This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

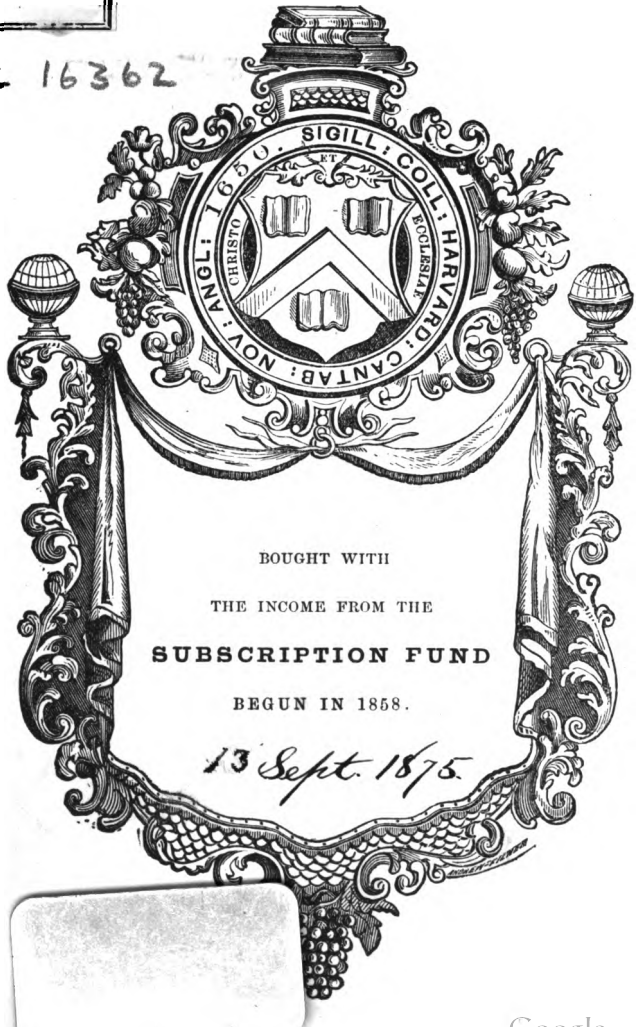
KC
16362

Harvard College.
1874.

Digitized by Google

S 85

KC 16362



BOUGHT WITH

THE INCOME FROM THE

SUBSCRIPTION FUND

BEGUN IN 1858.

13 Sept. 1875

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Die Mineralogie
in der deutschen Volksschule.

Erster
mineralogischer Unterricht
in Schule und Haus

von

Dr. Wilh. Runge,
Oberbergrath.

Mit 14 Illustrationen in Holzschnitt.

Zweite vermehrte Auflage, mit einem Anhange:
Die wichtigsten Grundbegriffe der anorganischen Chemie.

Breslau, 1874.
Verlag von E. Morgenstern.

Digitized by Google

KC 16362
Geol 7258.74.3
1875, Sept. 13.
Subscription Fund

Das Recht der Ueberſetzung in fremde Sprachen wird vorbehalten.

Digitized by Google

Inhalt.

Seite.

Einleitung. 1

Erste Section. Erdrinde. Flüssiger oder fester Erdkern. Innere Erdwärme (tiefe Bohrlöcher — Lava — heiße Quellen). Steine — leblose Stoffe. Zusammengesetzte Gesteine, einfache Steine — Mineralien. 16

Zweite Section. Die äußeren Kennzeichen der Mineralien. Durchsichtigkeit — Glanz — Gewicht — Härte — Edelsteine — Halbedelsteine. 20

Dritte Section. Quarz. Glasglanz, Fettglanz, Seidenglanz. Perlmutterglanz, Demantglanz. Specivisches Gewicht. Bergkrystall, Rauchtopas, Amethyst. — Krystallbildung — Blätterdurchgänge — Cohäsionskraft. 25

Vierte Section. Kiesel. Feuerstein. Hornstein. Sand. Sandstein. Conglomerat. Kieselschiefer, Probirstein, Achat, Steinwerkzeuge, Kiesel im Stroh. 32

Fünfte Section. Feldspath, Labrador, Thon. Töpferthon. Porzellan. Lehm. Ziegeln. Thonschiefer, Dachschiefer. Glimmer. Granit. Gneuß. Glimmerschiefer. Talk. Talkschiefer. Serpentin. Speckstein. Hornblende. Syenit. Hornblendeschiefer. Basalt. 38

Sechste Section. Kalkstein. Kohlensäure. Dolomit. Kalkmergel, Mörtelbereitung. Cäment. Marmor. Tropfstein. Kalkspath. Doppelbrechung. Kreide, Kalktuff. Wiesenkalk, Muschelschaalen. Korallen. Knochen. Zähne. Phosphorit. Apatit. Flussspath. 47

Digitized by Google

Seite.

Siebente Section. Gyps. Brennen. Gypsmörtel. Gypsguß. Stuck. Marienglas. Alabaster. Schwerspath. — Erze. Gewicht. Gediegene Metalle. Oxydische, geschwefelte, gesäuerte Erze. Bleiglanz, Antimonglanz (Glanze). Hartblei. Schriftgießer. Kiese. Schwefelkies. Schwefel- und Schwefelsäurebereitung. Magnetkies. Kupferkies. Arsenikkies. Arsenik. Rattengift. Schweinfurther Grün. Rauschroth. Zinnober. 58

Achte Section. Eisen. Eisenerze. Gusseisen. Schmiedeeisen. Stahl. Blech. Meteoriten. Kupfer. Kupfererze. Kupferschiefer. Zinnstein. Zinkerze. Manganerze. Quecksilber. Amalgam. Nickel- und Kobalterze. Neusilber. Blei. Zinn. Stanniol. Zink. Messing. Bronze. 67

Neunte Section. Salze. Steinsalz. Soolquellen. Düngesalze. Soda. Salpeter. Alaun. Vitriole. Cementirung. Verbrennliche Mineralien. Schwefel. Graphit. Diamant. Steinkohle. Braunkohle. Bernstein. Asphalt. Petroleum. Rückblick. 79

Zehnte Section. Gebirgslehre, neptunische Gesteine. Eruptiv-, (vulkanische, plutonische) Gesteine. Urschiefer. Erdbildung. Vulkane. Erdbeben. 90

Elfte Section. Lagerstätte. Gebirgsspalten. Gänge. Flötze. Basaltsäulen. Drusen. Versteinerungen. Urgebirge. Uebergangsgebirge. Steinkohlen. Trilobiten. Graptolithen. Steinkohlenpflanzen. Eidechsen. Insekten. Bernstein. Braunkohlenwälder. Reihe der Gebirgsformationen. 98

Digitized by Google

Seite.

Zwölfte Section. Aufgeschwemmtes Land. Tertiärgebirge. Diluvium. Findlinge. Gletscher. Moränen. Eisberge. Eiszeit. Golfstrom. Mammuth. Nashorn. Mensch. Steinzeit. Rennthierzeit. Pfahlbauten. Bronzezeit. Arischer Menschenstamm. 109

Anhang.

Die Grundbegriffe der anorganischen Chemie.

Erste Section. Die Grundstoffe. — Elemente. Anordnung in 6 Gruppen. Schwere Metalle. Erdmetalle. Alkaloïde. Salzbildner. Grundstoffe der Atmosphäre und des Wassers. Kohlenstoff. Schwefel. Phosphor. Oxyde. Oxydationsstufen. 121

Zweite Section. Basen und Säuren. Salze. Hydrate. Lösungen. Lackmuspapier. Chemische Verwandtschaft. Zerlegung der chemischen Verbindungen. Fällung. Chemische Analyse. Spectralanalyse. 128

Dritte Section. Salzbildner. Wasserstoffbasen. Wasserstoffsäuren. Wasserstoffsalze. Chlorverbindungen. Kohlenstoff: Verbreitung. Verbrennungsproceß. Kohlensäure. Kohlenstoff in der Thier- und Pflanzenwelt. Kohlenoxydgas. Schutz gegen dessen giftige Einwirkung. Oxalsäure. Kleesalz. 136

Vierte Section. Schwefel. Schwefelige Säure. Schwefelsäure. Schwefelwasserstoff. Schwefelmetalle. Schwefelsalze. Phosphor. Phosphorsäure. Phosphorsaure Salze in der Thier- und Pflanzenwelt. Düngungsmittel. Guano, Superphosphate. 145

Digitized by Google

Digitized by Google

Vorwort zur zweiten Auflage.

Das erst zu Weihnachten vorigen Jahres ausgegebene Schriftchen über den mineralogischen Unterricht in der deutschen Volksschule hat bei den Herrn Pädagogen eine so freundliche, wohlwollende und gütige Beurtheilung erfahren, wie ich sie bei der immerhin etwas gewagten Einführung eines neuen, und gerade dieses, Lehrgegenstandes in die Volksschule nicht erwarten konnte. Wenn ich mich nicht täusche, hat die, vielleicht etwas zu ausführliche Einleitung einem kurz ablehnenden Urtheil vorgebeugt, weil sie nachwies, daß doch einige Momente für die Aufnahme des mineralogischen Unterrichts in den Lehrplan mehrklassiger Volksschulen sprechen. In dieser Auffassung der Kritik und namentlich in der Absicht, dem Lehrer die Waffen zur Vertheidigung des Gegenstandes selbst in die Hand zu geben, habe ich denn

Digitized by Google

auch die Einleitung noch in der zweiten Auflage beibehalten; nach einiger Zeit wird vielleicht die Vertheidigung des Gegenstandes nicht mehr so nothwendig sein; zumal auch die von dem preußischen Cultusministerium unter dem 15. October v. J. erlassenen, nach dem Druck der ersten Auflage erschienenen allgemeinen Bestimmungen über die Volksschulen und Seminarien sogar in dem Lehrplan der einklassigen Volsschule der Mineralien gedenken (cfr. § 34).

Im Uebrigen habe ich Ton und Anordnung des Stoffes ziemlich unverändert gelassen; nur hier und da ergänzt und auch berichtigen müssen; denn seit dem December vorigen Jahres ist die Wissenschaft derart fortgeschritten, daß selbst der bescheidene Standpunkt dieser kleinen Volksmineralogie von diesem Fortschritt betroffen wird. Ich kann in der ersten Lection nicht mehr vom flüssigen Erdkern reden ohne den Gegensatz des festen Erdkerns hinzuzufügen, nachdem Autoritäten wie Helmholtz und Bunsen für letzteren eingetreten; die Trilobitenfüße sind seitdem in Canada gefunden und die von Humboldt und Leopold von Buch ausgeführte, bisher allgemein gül-

Digitized by Google

tige Vorstellung der vulkanischen Erhebungskrater ist seitdem von Scrope, wie mir scheint, schlagend widerlegt und für immer beseitigt.

Bei der Hinzufügung neuen Stoffs bin ich sehr ängstlich gewesen, denn wie Dr. Schneider in Beziehung auf den Unterricht in den Realien mit Göthe sagt, zeigt sich der Meister in der Beschränkung.*) Nichts destoweniger glaubte ich der erhaltenen Anregung zur Ergänzung doch hier und da folgen zu müssen, zumal ich selbst einige Lücken bemerkte, als ich die Vorträge vor einem sehr dankbaren Auditorium von 40 Lehrern hielt. Ich mache in dieser Beziehung nur darauf aufmerksam, daß das Büchelchen nicht allein für die 1-, 2- und 3klassigen Landschulen der Ackerbau-Districte, sondern auch für die 4-, 5- und 6klassigen Volksschulen der Industriebezirke und kleineren Städte bestimmt ist, und daß in den ersteren der Lehrer den Stoff dem Standpunkt seiner bestimmten Schule entsprechend, selbst beschränken kann und muß. Ja ich glaube sogar, daß der mineralogische Unterricht

*) Encyclopädie des gesammten Erziehungs- und Unterrichtswesens 9tes Heft, Gotha bei Besser 1872 pg. 169.

Digitized by Google

in Gymnasien, Realschulen, höheren Töchterschulen, Mittelschulen, Rectorschulen u. s. w. über den in dem Büchelchen bezeichneten Umfang nicht erheblich hinausgehn, und von dem in demselben angeschlagenen Ton nicht erheblich abweichen darf, wenn er das Interesse der Schüler und Schülerinnen anregen und ein gewisses Maaß bleibender Kenntnisse auf dieselben übertragen soll; die systematische, streng wissenschaftliche Form, das speciellere Eingehn auf die einzelnen Krystallsysteme und Krystallformen halte ich auch in diesen höheren Schulen für zwecklos und sogar nachtheilig. Auch dieser Gesichtspunkt bestimmte mich dazu, Manches in die zweite Ausgabe aufzunehmen, was in der ersten fehlt.

Endlich habe ich die von mehreren Lehrern ausgesprochene Bitte, der Mineralogie einen kleinen Abriß über die Grundbegriffe der anorganischen Chemie hinzuzufügen, gern erfüllt. Die Chemie wird für das menschliche Leben in technischer und gesundheitlicher Beziehung von Tage zu Tage wichtiger; Landwirth, Handwerker, Fabrikarbeiter, Kaufmann, Polizeibeamter werden

Digitized by Google

durch ihre Beschäftigung und ihrem Dienst täglich auf Lehren der Chemie hingewiesen; und es scheint mir fast, als wenn die Grundbegriffe der anorganischen Chemie in praktischer Beziehung noch wichtiger für den Volksunterricht seien, als der in ethischer und ästhetischer Beziehung allerdings mehr anregende Unterricht in der Naturbeschreibung.

Die wenigen Reagenzien (Schwefelsäure, Salzsäure, Ammoniak, Kalilösung, Chlorsaures Kali), deren der Lehrer zur Ausführung der vorgeschlagenen chemischen Versuche bedarf, sind für wenige Groschen in jeder Apotheke zu bekommen und womöglich für jeden neuen Lehrkursus in geringen Quantitäten anzuschaffen, nach Ausführung der Versuche aber zu beseitigen, da verschiedene Gründe gegen die Aufbewahrung derselben und die Unterhaltung eines kostspieligen, für den Zweck des Volksschulunterrichtes völlig entbehrlichen, vollständigen Reagenzienkastens sprechen.

Daß ich in den vier Lectionen über Chemie die ältere atomistische Auffassung und Bezeichnungsweise beibehalten, geschah deshalb, weil die neue Typentheorie,

Digitized by Google

wie mir scheinen will, zur Zeit doch noch nicht die Form gewonnen hat, in welcher sie dem Volke zugänglich gemacht werden kann; ich würde mich freuen, wenn ein Chemiker von Fach den Versuch wagte, diese neuere Theorie, die auch ich als die correctere anerkennen muß, dem Volke zugänglich zu machen und würde bei einer späteren Auflage dieser Anleitung gern folgen; vorläufig aber erscheint mir die ältere atomistische Darstellung namentlich in Beziehung auf die anorganischen Verbindungen für den Volksunterricht brauchbarer.

Breslau, den 15. Juni 1873.

Wilh. Runge.

Digitized by Google

Einleitung.

In den letzten Jahren ist von verschiedenen Seiten wiederholt die Frage an mich gerichtet worden, ob und wie sich die Mineralogie in der Volksschule vortragen lasse. Besonders in den Schlesischen Bergwerksdistricten haben mehrere Volksschullehrer das Bedürfniß empfunden und den Wunsch ausgesprochen, neben dem schon länger in der Volksschule eingeführten Unterricht in der Zoologie und Botanik auch das Wissenswertheste aus dem Gebiet der Mineralogie vorzutragen.

Zu derartigen Fragen und Wünschen habe ich mich lange abrathend und warnend verhalten, weil der Unterricht in der Mineralogie nur unter Zugrundelegung einer wenn auch kleinen doch guten Mineraliensammlung ertheilt werden kann, welche nicht ganz leicht und auch nicht billig zu beschaffen ist.

Die Einführung der Mineralogie in die Volksschule begegnet überdies Schwierigkeiten, welche dem Unterricht in den beiden Schwester-Wissenschaften, der Zoologie und Botanik, in gleichem Maaße nicht entgegenstehn.

Der letztere setzt, wenn er — wie es in der Volksschule doch

Digitized by Google

unter allen Umständen geschehen muß — im Wesentlichen auf die äußere Form beschränkt wird, keine Hülfswissenschaften voraus und läßt sich durch Vorzeigung natürlicher und getrockneter Pflanzen, sowie durch gute Anschauungsbilder leicht unterstützen. Die Seminarbildung der Volksschullehrer nimmt auch bereits auf deren Vorbildung in Zoologie und Botanik Rücksicht und dies mit Recht, denn ganz abgesehn von der Bedeutung des naturwissenschaftlichen Unterrichts für die ethische und ästhetische Hebung der Bevölkerung sind Land- und Forstmann, der Feld- und Waldarbeiter durch ihre Beschäftigung vorzugsweise auf das Pflanzen- und Thierreich hingewiesen. Nicht nur die nützlichen Thiere und Pflanzen, sondern auch die schädlichen müssen sie kennen, und ihre ganze Arbeit besteht eigentlich hauptsächlich im Cultiviren und Ausrotten von Pflanzen und Thieren.

Aber auch die meisten Handwerker — Tischler, Zimmermann, Drechsler, Bäcker, Müller, Sattler, Schuhmacher — verarbeiten fast ausschließlich Produkte des Pflanzen- und Thierreichs und selbst Hausfrau und Köchin haben ihre Aufmerksamkeit vorzugsweise auf Produkte des Thier- und Pflanzenreichs zu richten.

Wenn man auch annehmen kann, daß alle diese Berufsklassen diejenigen Thiere und Pflanzen, welche für ihren Beruf wichtig sind, am genauesten durch den letzteren selbst kennen lernen, und namentlich die für sie besonders wichtigen Eigenschaften derselben niemals in der Volksschule so genau kennen lernen können, wie es für ihren Beruf nöthig ist; so wird man doch zugeben müssen, daß

Digitized by Google

bei fortschreitender Volksbildung die Volksschule der Aufgabe sich nicht entziehen darf, die ländliche Bevölkerung für diese wichtigen Berufsarten durch einige allgemeine zoologische und botanische Kenntnisse vorzubereiten.

Anders steht es mit der Mineralogie. Die beiden Hülfswissenschaften, Chemie und Krystallographie sind beim mineralogischen Unterricht kaum zu entbehren und vermitteln erst das richtige Verständniß; sie geben erst Klarheit und ermöglichen eine Uebersicht über die verschiedenen Erscheinungen. Da nun zur Zeit Chemie und Krystallographie in Seminar und Volksschule entweder gar nicht oder doch nur in sehr beschränkter Form vorgetragen werden können, so lautet eigentlich die Frage: „Wie läßt sich die Mineralogie ohne Krystallographie und Chemie vortragen? — ist dies überhaupt möglich oder muß hierauf für immer oder zur Zeit verzichtet werden?"

Eine zweite Schwierigkeit liegt in der beschränkten Zeit. Es würde nach den eingezogenen Erkundigungen in der Volksschule in der Regel nicht mehr als wöchentlich eine Stunde im letzten Vierteljahr für den mineralogischen Unterricht verfügbar sein, wenn nicht andere wichtigere Disziplinen leiden sollen; und diese beschränkte Zeit wird durch die unentbehrliche Repetition, die zeitraubende Demonstration, das Umherreichen und Umherzeigen der Mineralienstufen gewiß noch derart beschränkt, daß für den eigentlichen Vortrag kaum 6 Stunden übrig bleiben werden.

Eine dritte Schwierigkeit liegt darin, daß der Unterricht in

Digitized by Google

der Mineralogie, abweichend von dem botanischen und zoologischen Unterricht, nicht sowohl auf die äußere Form als vielmehr auf gewisse physikalische Eigenschaften der Mineralien, Härte, Schwere, Strich, Durchsichtigkeit, Glanz, Textur ꝛc. — die äußeren Kennzeichen — und die chemischen Bestandtheile der Mineralien gerichtet ist, so daß er sich nicht durch Anschauungstafeln unterstützen läßt. Eine Mineraliensammlung kann die Anschauung nur dann gewähren, wenn sie dem einzelnen Schulkinde gestattet, jene Eigenschaften an dem einzelnen Stück selbst zu prüfen. Die mir bekannten billigen Schulsammlungen enthalten das hierzu erforderliche Material im Allgemeinen nicht; eine in dieser Beziehung den mäßigsten Ansprüchen genügende Mineraliensammlung dürfte mindestens 15 bis 20 Thlr. kosten, ein Betrag, der bei den im Allgemeinen so gering dotirten Volksschulen selten zur Verfügung steht.

Was kann es z. B. nützen, wenn einem Schulkinde ein kleiner Schwerspathkrystall, wie er sich in solchen Sammlungen findet, gezeigt wird; es hat dies keinen andern Erfolg, als daß das Gedächniß des Kindes mit dem Namen „Schwerspath" belastet wird, den es möglichst bald wieder vergessen wird, weil er gar nicht vermittelt ist. Ebenso verhält es sich mit den, zuweilen ganz hübschen Weißbleierz- oder Bleiglanzkrystallen, welche sich in solchen Schulsammlungen vorfinden. Das Kind kann, da es für die Krystallform ein Verständniß nicht besitzt, an solchen Stücken das betreffende Mineral nicht kennen lernen, weil sich das innere Wesen des Minerals, — Schwere, Blätterdurchgänge, Glanz ꝛc. — an solchen

Digitized by Google

Stücken in der Regel nicht beobachten läßt, hierzu gehören vielmehr derbe, größere Stücke, welche, auch wenn sie keine Kryſtalliſation zeigen, nicht billig zu beſchaffen ſind.

Endlich begegnet der Unterricht in der Mineralogie noch einer äußerlichen Schwierigkeit, welche bei der beſchränkten Zeit gewiß nicht zu unterſchätzen iſt. Wenn der Lehrer an den botaniſchen und zoologiſchen Anſchauungstafeln die Formen der Pflanzen und Thiere demonſtrirt, ſo ſind Unterricht und Anſchauung der ganzen Klaſſe zu gleicher Zeit zugänglich, auch wenn ſie 100 Schüler zählt. Härte, Schwere, Glanz, Textur ꝛc. eines Minerals laſſen ſich dagegen der ganzen Klaſſe zu gleicher Zeit nicht ſo demonſtriren, daß die Kinder eine Anſchauung gewinnen. Der Lehrer wird das Stück mindeſtens den einzelnen Bänken zeigen und zureichen und mit der Fortſetzung des Vortrages ſo lange warten müſſen, bis alle Kinder die Anſchauung gewonnen haben. Dies erfordert ſehr viel Zeit; iſt aber gar nicht zu umgehn, wenn der Unterricht wirklich Erfolg haben ſoll. Den rothen Strich des Eiſenglanzes, die Blätterdurchgänge des Glimmers und Bleiglanzes, den Demantglanz des Weißbleierzes muß jedes einzelne Kind ſehn; die Härte des Quarzes und des Kalkſteins muß jedes Kind probiren; das Gewicht des Schwerſpaths und der Eiſenerze muß jedes Kind fühlen; ſonſt werden Verwirrung, Ermüdung, Abſpannung, Langeweile, Belaſtung des Gedächtniſſes mit ganz werthloſem Ballaſt inhaltsleerer Namen die einzigen Folgen des Unterrichts ſein.

Dieſen mehrfachen Bedenken und Schwierigkeiten ſteht die

Digitized by Google

Thatsache gegenüber, daß besonders in Gebirgs- uud Bergwerksgegenden die Aufmerksamkeit eines großen Theils der Bevölkerung in ähnlicher Weise auf das Mineralreich gerichtet ist, wie die der ländlichen Bevölkerung im flachen Lande auf das Thier- und Pflanzenreich; ferner die Thatsache, daß die Mineralindustrie in neuerer Zeit eine hervorragende Bedeutung im Leben des deutschen Volkes gewonnen hat, so daß selbst der Landwirth kaum noch ungestraft die mineralogische Beschaffenheit des Grund und Bodens vernachlässigt. Die Eisenbahnen endlich führen täglich ganze Züge mit Steinkohlen, Erzen, Metallen, Kalkstein, Salz beladen an den Augen des Volkes vorbei sogar durch die flachen Gegenden, welche der Mineralindustrie selbst entbehren.

Diese Thatsachen und die Versicherung erfahrener Lehrer, daß die Zeit zum mineralogischen Unterricht sich ohne Beeinträchtigung wichtigerer Unterrichtsgegenstände wohl gewinnen lasse; daß einige Begriffe und Bemerkungen schon in den unteren Klassen gelegentlich eine Stelle finden könnten; und daß die vorgerückteren Schüler den Unterricht in der obersten Klasse nicht einmal, sondern in der Regel dreimal hören; — haben meine Bedenken gegen die Einführung des mineralogischen Unterrichts in die deutsche Volksschule zum Theil zurückgedrängt und ich habe es versucht, strebsamen Lehrern in den nachstehenden 12 Lectionen zu zeigen, in welcher Weise ich es für möglich halte, mit einiger Aussicht auf Erfolg die wichtigsten Lehren aus dem Gebiet der Mineralogie in der Volksschule vorzutragen. Zu diesem Versuch ermuthigt mich

Digitized by Google

überdies der Umstand, daß — wie schon Werner und Weiß hervorgehoben — nichts mehr geeignet ist, die Sinne des Schülers für feine Nüancen der Farbe, des Glanzes, der Härte, Schwere u. s. w. zu schärfen, als die Lehre von den äußeren Kennzeichen der Mineralien, welche auf diese Weise eine allgemeine pädagogische Bedeutung erlangt.

Bei der Zusammenstellung dieser 12 Lectionen hat mich zunächst der Gedanke geleitet, daß wegen der beschränkten Zeit, der beschränkten Mittel und, um das Gedächtniß der Kinder mit werthlosem Ballast unvermittelter Namen zu verschonen, der Unterricht einerseits unter allen Umständen auf die Kenntniß einiger weniger, besonders wichtiger Mineralien zu beschränken und von jeder systematischen Behandlung durchaus Abstand zu nehmen; andererseits aber durch eingestreute Bemerkungen aus dem Gebiet der Industrie und Geologie zu beleben sei, um hierdurch in Beziehung auf die Anregung Dasjenige wieder zu ersetzen, was durch den Verzicht auf Krystallographie und Chemie eingebüßt worden ist.

Der Unterricht muß aber nothwendig durch eine kleine Mineraliensammlung unterstützt werden, welche nicht sowohl schöne Schaustufen und Krystalle, als vielmehr möglichst große, deutliche und instruktive Stücke enthält. Es brauchen dies nicht einmal nothwendig sogenannte schöne Formatstücke zu sein, denn auch das gute Format erhöht die Kosten; und es läßt sich an manchem recht guten Stück von recht schlechtem Format recht viel lernen.

Digitized by Google

Wegen der beschränkten Mittel der Volksschulen muß diese Sammlung beschränkt bleiben auf die allerwichtigsten Mineralien, Gesteinsarten und Petrefacten; sie darf kein Stück enthalten, an welchem das Kind nicht selbst irgend etwas beobachten kann, besonders keine solchen Stücke, welche so oft nur zu dem Zweck in die Schulsammlungen aufgenommen zu sein scheinen, damit der Name des betreffenden Minerals in derselben vertreten ist und die Stückzahl eine größere wird. Die Sammlung muß andererseits nothwendig alle diejenigen Stücke enthalten, an welchen dem Kinde die allgemeinen Begriffe von Härte, Schwere, Textur, Glanz ꝛc. erläutert werden können, weil es derselben zum Unterscheiden und Wiedererkennen der Mineralien nicht entbehren kann.*) Recht viele Mineralien werden sich strebsame Lehrer ohne alle Kosten selbst beschaffen können; und ich gebe diesem Sammeln der Lehrer den Vorzug vor dem Ankauf, weil der Lehrer beim Sammeln selbst beobachten lernt und die von ihm selbst gesammelten Stücke mehr schätzen und im Unterricht besser verwerthen wird, als die gekauften. So wird sich z. B. jeder Lehrer leicht und ohne alle Kosten verschaffen können Quarz, Feuerstein, Thon, Lehm, Kreide, Kalkstein, Bimstein, Steinkohle, Dachschiefer ꝛc. Die im Gebiet des norddeutschen Diluviums wohnenden Lehrer aber werden unter den

*) Herr Lehrer Leisner in Waldenburg liefert gute, allen billigen Anforderungen entsprechende Unterrichtssammlungen zu sehr soliden Preisen.

Digitized by Google

Chausseesteinen leicht herausfinden Granit, Syenit, Gneuß, Hornblendeschiefer, Kalkstein, Sandstein, schwarzen Kieselschiefer ꝛc.

Wohnt der Lehrer in der Nähe von Kalk-, Gyps-, Schiefer-, Basalt-, Sandstein-Brüchen oder in der Nähe von Bleiglanz-, Schwefelkies-, Kupferkies-, Zinkblende-, Zinnstein-, Phosphorit-, Flußspath-, Schwerspath-, Steinsalz-, Braunkohlen-Gruben, so muß er auch diese Mineralien sich lieber selbst besorgen und die verwendbaren Geldmittel zur Anschaffung solcher Mineralien reserviren, welche er nicht selbst erlangen kann. Der Lehrer muß also vor Allem dem Gegenstande selbst Interesse zuwenden und auf die in seiner Umgebung etwa vorkommenden Mineralgewinnungen; auf die Niederlagen von Mineralien (Kalk, Thon, Gyps, Steinkohle); auf Metallfabriken und Metallhandwerker aufmerksam sein; sein Unterricht wird durch die aus dem praktischen Leben gezogene Information an Anregung und Frische gewinnen.

Schließlich empfehle ich, den Unterricht möglichst auf Dasjenige zu beschränken, was die Kinder an den vorhandenen Probestücken selbst beobachten können, und diese Probestücke nicht zu schonen; die Kinder an dem derben Kalkstein, Gyps tüchtig die Härte probiren zu lassen; und lieber die Stücke gelegentlich von Neuem anzuschlagen oder gar, wenn sie unbrauchbar geworden, durch neue zu ersetzen. — Für den ersten Anfang halte ich etwa folgende Stücke für nothwendig:

Digitized by Google

1. Smirgel.
2. Topas.
3. Quarz, derb.
4. Bergkrystall.
5. Würfel von Schwefelkies, Flußspath oder Steinsalz.
6. Octaëder von Magneteisenstein, Spinell oder Rothkupfererz.
7. Granatoëder von Granat oder Magneteisenstein.
8. Feuerstein.
9. Quarzschiefer.
10. Kieselschiefer, Probirstein.
11. Sandstein, feinkörnig.
12. „ grobkörnig.
13. Conglomerat, Breccie.
14. Feldspath.
15. Thon, grau.
15. „ weiß.
17. „ roth.
18. Lehm.
19. Mergel.
20. Thonschiefer, Dachschiefer.
21. Glimmer.
22. Glimmerschiefer.
23. Glimmerschiefer oder Hornblendeschiefer mit Granaten.
24. Talk.
25. Talkschiefer.
26. Granit, grobkörnig.
27. Granit, feinkörnig.
28. Gneuß.
29. Syenit.
30. Hornblendeschiefer.
31. Kalkstein, dicht.
32. Kalkspath, Doppelspath.
33. Marmor.
34. Kreide.
35. Tropfstein.
36. Gyps, körnig.
37. Fasergyps.
38. Marienglas, Fraueneis.
39. Schwerspath, derb.
40. Steinsalz.
41. Bleiglanz.
42. Schwefelkies.
43. Magnetkies.
44. Kupferkies.
45. Arsenikkies.

Digitized by Google

46. Brauneisenstein.
47. Raseneisenstein.
48. Rotheisenstein.
49. Eisenglanz.
50. Glaskopf, schwarz.
51. Magneteisenstein.
52. Spatheisenstein.
53. Thoneisenstein.
54. Meteorstein.
55. Malachit.
56. Kupferlasur.
57. Kupferschiefer.
58. Steinkohle.
59. Braunkohle, erdig.
60. Fossiles Holz.
61. Bernstein mit Insect.
62. Asphalt.
63. Graphit.
64. Trilobit.
65. Fossile Muschel.
66. Fossile Schnecke.
67. Belemnit.
68. Fischabdruck.
69. Farnabdruck.
70. Stigmaria.
71. Sigillaria.
72. Basalt mit Olivin.
73. Lava mit Eindruck.
74. Bimstein.
75. Rother Porphyr mit Feldspath-Krystallen.

Sind fernere Mittel vorhanden, so würden nach und nach folgende Ergänzungsstücke anzuschaffen sein:

1. Ein Glaserdiamantsplitter.
2. Türkis (himmelblau, geschliffen).
3. Rauchtopas.
4. Amethyst.
5. Carneol.
6. Achat.
7. Rosenquarz.
8. Eisenkiesel (Jaspis,) oder Heliotrop.
9. Labrador.
10. Talkschiefer mit Schwefelkies, Stahlstein, Staurolith oder Cyanit.

Digitized by Google

11. Serpentin, dunkelgrün.
12. Speckstein.
13. Asbesth.
14. lithographischer Schiefer.
15. Kalktuff.
16. Kalkspath, undurchsichtig.
17. Zechsteindolomit, dicht.
18. Flussspath.
19. Apatit.
20. Phosphorit.
21. Natrolith.
22. Gediegener Schwefel.
23. Gediegen Gold, wenn auch klein, doch deutlich die goldgelbe Farbe zeigend.
24. Gediegen Silber in Drath-, Haar-, Blatt-, oder Baumform.
25. Gediegen Kupfer.
26. Meteoreisen.
27. Gediegen Queckſilber.
28. Gediegen Wismuth.
29. „ Antimon.
30. „ Arsen.
31. Weißnickelkies.
32. Rothnickelkies.
33. Speiskobalt.
34. Arsenikalkies.
35. Blutstein (Hämatit).
36. Grüne Erde.
37. Blaueisenerde.
38. Nickelblüthe, Nickelocker.
39. Kobaltblüthe oder Kobaltbeschlag.
40. Zinkblende.
41. Galmey roth.
42. „ weiß.
43. Weißbleierz.
44. Grünbleierz.
45. Zinnstein.
46. Pyrolusit.
47. Polianit.
48. Manganit.
49. Glaserz (Silberglanz).
50. Rothgültigerz.
51. Zinnober.
52. Rauschroth.
53. Antimonglanz.
54. Rothkupfererz.
55. Kupferglanz.

Digitized by Google

56. Kännelkohle.
57. Faseriger Anthracit.
58. Rother Sandstein.
59. Quadersandstein.
60. Melaphyr.
61. Mandelstein.
62. Obsidian.
63. Graptolith.
64. Orthoceratit.
65. Ammonit oder Goniatit.
66. Enkrinit oder Pentakrinit, (womöglich mit Krone).
67. Echinit.
68. Fossile Koralle.
69. Lepidodendron.
70. Calamit.

Der Lehrer wird diese ferneren Probestücke nach dem Inhalt der Vorträge leicht in die Sammlung einreihn. Im Allgemeinen lege ich aber auf die Anordnung der Sammlung kein großes Gewicht; sie wird sich nach der Anordnung des Vortrages richten müssen und da einzelne Stücke wiederholt zur Vergleichung gebraucht werden, keine unabänderliche sein können. Will der Lehrer eine bestimmte Anordnung der Sammlung zu seiner leichteren Uebersicht festhalten, so würden etwa die Edelsteine voranzustellen und denselben der Quarz und die anderen kieselhaltigen Mineralien anzuschließen sein. Demnächst würden Kalk, Gyps, Schwerspath, Flussspath u. s. w. folgen; die Gruppen der Erze, Salze und Inflammabilien ergeben sich von selbst. Den Schluß würden die zusammengesetzten, krystallinischen, massigen und geschichteten Gesteine und endlich die Versteinerungen von Thieren und Pflanzen bilden.

Dieser Sammlung würde ich endlich noch hinzufügen;

1. Gusseisen mit grobkörnigem Bruch.
2. Stahl mit feinkörnigem Bruch.

Digitized by Google

3. Schmiedeeisen mit sehnigem Bruch.
4. Schwarzblech.
5. Weißblech.
6. Blei.
7. Kupfer.
8. Zink.
9. Zinn.
10. Messing.
11. Rothguß.
12. Bronze.
13. Neusilber.
14. Würfelnickel.
15. Queckſilber.
16. Künſtliche Kryſtalle von Kochſalz, Alaun, Kupfervitriol, Eiſenvitriol, Zuckerkant.
17. Eine Strichtafel von unglaſirtem Porzellan.
18. Einen kleinen Stufenhammer.
19. Einen Meißel mit breiter Schneide.
20. Eine Lupe.

Die Koſten einer ſolchen Mineralienſammlung rechne ich zu den Einrichtungskoſten für jede Schule. Da ein einklaſſiges Schulhaus mit Lehrerwohnung in Deutſchland nicht unter 4—5000 Thlr. herzuſtellen iſt, ſo dürfte es nicht ſchwierig ſein, bei den Bau- und Einrichtungskoſten ſogleich einen Betrag von 2—300 Thlr. zu berückſichtigen, um die Schule mit den nöthigen Lehr- oder Unterrichtsmitteln, (Wandkarten, Lehrerbibliothek, einigen phyſikaliſchen Apparaten, Mikroſkop, Mineralienſammlung ꝛc.) auszuſtatten. Erhält aber zunächſt jede neu eingerichtete Schule in Deutſchland eine Mineralienſammlung, ſo werden die vorhandenen Schulen derſelben nicht mehr lange entbehren.

Schließlich bemerke ich, daß nicht jedesmal in jedem Curſus

Digitized by Google

Alles vorgetragen zu werden braucht, was in die nachstehenden 12 Lectionen aufgenommen ist; der erfahrene Lehrer wird je nach der disponiblen Zeit, der größeren oder geringeren Fähigkeit und Auffassungsgabe der jedesmaligen Schüler mehr oder weniger ausscheiden müssen. Ich konnte dies nur nicht selbst thun, weil ich dem Lehrer doch etwas mehr geben musste, als er selbst auf die Schüler überträgt; weil ich ihm selbst möglichste Klarheit gewähren und nichts unvermittelt und unbegründet lassen wollte. Die 12 Lectionen enthalten daher nicht Dasjenige, was in der Volksschule vorgetragen werden müßte, sondern Dasjenige, was überhaupt zur Zeit nur vorgetragen werden könnte, und die Form in welcher es nach meiner Ansicht vorgetragen werden müßte, wenn der Unterricht einige Aussicht auf Erfolg haben soll.

Auch der Hauslehrer, welcher in Beziehung auf den mineralogischen Unterricht dem Volksschullehrer gegenüber in mancher Beziehung im Vortheil ist, und besonders die für seinen Unterricht erforderliche Sammlung billiger beschaffen kann, als eine für eine gefüllte Volksschulklasse bestimmte Sammlung; — dürfte in den nachstehenden 12 Lectionen einen Fingerzeig für den bis jetzt ziemlich stiefmütterlich behandelten mineralogischen Unterricht finden.

Es würde mich freuen, wenn es mir gelungen wäre, auch nur einigen strebsamen Lehrern eine Unterstützung und Erleichterung zu gewähren, welche es ihnen möglich macht, ihre Schüler für ihr ferneres Leben mit einigen nützlichen Kenntnissen aus dem Gebiet der Mineralogie auszustatten.

Digitized by Google

Erste Lection.

Die Gestalt der Erde ist, wie Ihr wißt, ähnlich derjenigen einer Kugel, welche an zwei gegenüberstehenden Punkten, den Polen, schwach abgeplattet ist. Die Erdkugel hat einen Durchmesser von 1719 Meilen, d. i. also etwa 1000 mal so weit, wie von .... nach .... Der höchste Berg der Erde (der Evereſt im Himalaja) erhebt sich 8500 Meter über den Meeresspiegel, also etwa $1^1/_5$ Meile; die größte Meerestiefe, in welche das Senkblei niedergelassen wurde, ohne Grund zu finden, beträgt 12500 Meter,*) also etwa $1^3/_4$ Meilen. Noch viel geringer sind die Tiefen, bis zu welchen der Mensch selbst in die Erde eingedrungen ist; das tiefste Bohrloch (bei Sperenberg unweit Berlin) ist bis zu 1250 Meter, also zwischen $^1/_5$ und $^1/_6$ Meile, niedergegangen; das tiefste Bergwerk aber (Samson-Schacht in Andreasberg im Harz) ist nur pp. 900 Meter, also zwischen $^1/_7$ und $^1/_8$ Meile tief.

Ihr seht also, daß der Mensch im Verhältniß zur ganzen Erdkugel nur eine sehr kleine, dünne Schaale derselben kennt. — Wie es im Innern der Erde aussieht, wissen wir nicht.

Es ist aber in tiefen Bohrlöchern und Bergwerken festgestellt, daß die Wärme mit der Tiefe zunimmt, und zwar etwa um einen Grad (Réaumür) auf 40 Meter Tiefe. Wenn das so weiter geht, was wir auch nicht wissen, dann würde es schon in 8 Meilen Tiefe

*) pp. 240 geographische Meilen östlich von den Bermuda-Inseln im atlantischen Ocean, 6600 Faden, à 6 englische Fuß.

Digitized by Google

so heiß sein, daß Eisen schmilzt; bei 10 Meilen Tiefe aber würde sich schon eine Hitze ergeben, bei welcher alle Stoffe, die wir kennen, geschmolzen oder dampfförmig sein müssten. Man nahm also bisher an, daß im Innern der Erde sich eine geschmolzene Masse befinde und dies war um so wahrscheinlicher, als ja bei den feuerspeienden Bergen, den Vulkanen, eine flüssige, geschmolzene Steinmasse, die Lava, aus der Tiefe hervorsteigt. Wodurch sollte die Lava geschmolzen sein, als durch eine Hitze, welche im Innern der Erde herrscht? — Hier seht Ihr ein Stück Lava; daß sie geschmolzen, d. h. weich wie Pech war, erkennt Ihr deutlich an dem Abdruck des Geldstückes in derselben. — Neuerlich hat man indeß doch Gründe gefunden, welche für einen festen Erdkern sprechen; ja einige Gelehrte nehmen einen hohlen Raum im Innern der Erde an; kurz wir wissen nur, daß es im Innern der Erde sehr heiß sein muß; weiter wissen wir vom Erdinnern nichts.*)

Aber auch die heißen Quellen, welche an vielen Punkten der Erde hervortreten, beweisen, daß im Innern der Erde eine große

*) Bunsen, Hopkins, Thomson und Helmholtz vertheidigen neuerlich einen festen Erdkern, weil der Druck nach der Tiefe zu ebenso zunimmt, wie die Temperatur; und weil der Schmelzpunkt derjenigen Stoffe, welche sich beim Erstarren zusammenziehn, unter höherem Druck steigt. Unter 5 Atmosphären Druck schmilzt also z. B. Blei schwerer, d. h. es kann bei einer höheren Temperatur fest bleiben, als unter dem einfachen Atmosphärendruck. Ebenso kocht Wasser unter höherem Druck später; d. h. es verwandelt sich erst bei einer höheren Temperatur in Dampf als unter dem gewöhnlichen, einfachen Atmosphärendruck, wie er an der

Digitized by Google

Hitze herrschen muß; ich erinnere an den Carlsbader Sprudel und den Geyser in Island; — und man schließt aus der Temperatur einer Quelle auf die Tiefe, aus welcher sie aufsteigt.

In 20 Meter Tiefe d. i. also ungefähr halb so tief, wie unser Kirchthurm (die Dampfesse in der . . . Fabrik) hoch ist, bleibt die Wärme in der Erde schon im Winter und Sommer ganz gleich; daraus erkennt Ihr, daß diese Wärme der Erde in der That nicht von der Sonne herrührt, wie die Wärme der Luft, sondern daß es wirklich eine innere Erdwärme giebt. Ich will hier nur bemerken, daß es ganz falsch ist, wenn häufig gesagt wird, es sei in den Bergwerken, in tiefen Kellern ꝛc. im Sommer kühl und im Winter warm. Es herrscht vielmehr in der Tiefe der Erde im Sommer und Winter eine ganz gleiche Temperatur, und nur weil es im Sommer in der Luft heißer ist, kommt es uns im Keller kühler vor, und weil im Winter die Luft kälter ist, finden wir es im Keller wärmer; in Wirklichkeit ist es auch in den Kellern — da sie nicht tief genug liegen, um die Einwirkung der Sonnenwärme auszuschließen — im Winter kälter und im Sommer wärmer.

Oberfläche der Erde stattfindet. Daß das Innere der Erde fest sein müsse, schloß man ferner auch daraus, daß das feste Land bei einem flüssigen Erdinnern ähnliche, wenn auch schwächere Fluthbewegungen zeigen müßte, wie das Meer, was nicht der Fall ist. Die 10 Meilen starke Erdschaale würde sich, wie die Rechnung lehrt, in Folge des innern Druckes gegen den Mond erheben müssen. — Volger vertheidigt einen Hohlraum im Innern der Erde.

Digitized by Google

Die dünne Schaale der Erde, welche wir kennen, nennen wir die Erdrinde. Sie besteht aus leblosen Stoffen, welche wir im Gegensatz zu den belebten Thieren und Pflanzen Steine oder Mineralien nennen. Die Lehre von den Steinen ist die Steinkunde oder Mineralogie, und streng genommen gehören nicht nur die festen Stoffe zu den Steinen, sondern auch die flüssigen, welche sich — wie z. B. das Wasser, das Queckſilber, das Petroleum oder Erdöl — in der Erdrinde finden; wenn man auch unter Steinen im gewöhnlichen Leben nur die festen leblosen Stoffe versteht.

Nun sind aber die Steine darin verschieden, daß sie entweder überall ganz gleiche Masse haben, wie diese hier (Quarz, Marmor, Gyps, Glimmer); sie sind überall ganz gleich; — oder sie sind aus verschiedenartigen Massen zusammengesetzt, wie diese hier (Granit, Syenit, Gneuß). Ihr seht schon mit bloßem Auge, daß dieser Stein (grobkörniger Granit) aus verschiedenen weißen, schwarzen und röthlichen Stoffen besteht, die bald in größeren, bald in feineren Partieen mit einander gemengt sind. Ihr seht z. B., daß an diesem Stein (feinkörniger Granit) die einzelnen verschiedenen Theile schon viel feiner und kleiner sind, als bei diesem hier (grobkörniger Granit). Solche Steine nennen wir zusammengesetzte Gesteine im Gegensatz zu jenen einfachen Steinen, den eigentlichen Mineralien.

Manche Steine sehn auch auf den ersten Blick aus, als wenn sie ganz gleiche Masse hätten, wie z. B. dieser (Basalt); und doch sind sie aus verschiedenen Steinen oder Mineralien zusammengesetzt; die Gemengtheile sind nur so klein und fein, daß man sie

Digitized by Google

mit bloßem Auge nicht wahrnimmt; denn wenn man sie ganz dünn schleift und diese dünnen Platten unter das Mikroskop legt, so erscheinen sie wie jener (Granit), und man erkennt deutlich die einzelnen, verschieden gefärbten, Mineralien oder ihre Gemengtheile.

Andere Steine sind wieder so zusammengesetzt, daß in einer gleichförmigen Grundmasse, wie in einem Teig, von dieser ganz verschiedene, anders gefärbte Mineralien liegen, wie hier (Glimmerschiefer oder Hornblendeschiefer mit Granaten; Talkschiefer mit Schwefelkies oder Strahlstein, Staurolith, Cyanit; Porphyr mit Feldspathkrystallen). Hier liegen diese kleinen rothen Steine (Granaten) wie die Rosinen in einen Kuchen eingebacken.

Dies sind Alles zusammengesetzte oder gemengte Steine; und der bei weitem größte Theil der Erdrinde besteht aus solchen zusammengesetzten oder gemengten Steinen, welche aus verschiedenen einfachen Steinen oder Mineralien zusammengesetzt sind.

Wir müssen daher zunächst einige einfache Steine oder Mineralien kennen lernen, wenn wir die gemengten Gesteine, welche die Erdrinde zusammensetzen, kennen lernen und einen Einblick in den Bau der Erdrinde erhalten wollen.

Zweite Lection.

Die einfachen Steine oder Mineralien unterscheiden sich in Bezug auf Schwere, Härte, Glanz u. s. w. Es giebt durchsichtige und undurchsichtige Steine. Hier diese (Glimmer, Marienglas,

Digitized by Google

Bergkrystall, Doppelspath) sind, wie Ihr seht, durchsichtig. Dieser hier (Quarz) nur an den Kanten schwach durchscheinend; diese hier (Thon, Brauneisenstein) lassen gar kein Licht hindurch; sie sind ganz undurchsichtig.

Auch der Glanz ist bei den Steinen sehr verschieden. Hier diese (Thon, Serpentin, Kieselschiefer, Kreide) sind ganz matt; dieser hier (Schwefelkies) glänzt schön wie Gold; es ist aber kein Gold; es ist nicht Alles Gold, was glänzt. Die edlen Metalle, Gold und Silber haben aber einen besonders schönen Glanz, und bewahren ihn auch, weil sie nicht wie das Eisen und das Kupfer von der Luft angegriffen werden. Das erstere rostet wie Ihr wißt; das Kupfer überzieht sich mit Grünspahn, dem Kupferrost. Weil Silber und Gold ihren Glanz bewahren, so verwendet man sie zu Schmucksachen.

Der eine Stein ist ferner leicht, der andere schwer. Hier diese beiden Steine sind ziemlich gleich groß (Kalk oder Gyps zu vergleichen mit Schwerspath) und fühlt einmal selbst, wie sie sich im Gewicht unterscheiden, wie viel schwerer der eine ist, als der andere. Besonders schwer sind alle diejenigen Steine, aus welchen man Metalle, Gold, Silber, Eisen, Blei, Kupfer gewinnen kann und die man Erze nennt; z. B. dieser (Bleiglanz) ist ein Bleierz; dieser (Magneteisenstein) ist ein Eisenerz.

Ferner sind die Steine weich oder hart. Probirt einmal selbst. Diesen Stein (Gyps, Talk) könnt Ihr mit dem Fingernagel leicht ritzen; er ist sehr weich; mit diesem (Graphit) könnt Ihr

Digitized by Google

sogar auf Papier schreiben; hier diesen (Kalkstein, Marmor) könnt Ihr nicht mehr mit dem Fingernagel ritzen; aber mit dem Messer geht es noch; er ist noch weich, aber nicht mehr sehr weich. Hier diesen Stein (Feldspath) könnt Ihr nicht mehr mit dem Messer ritzen; diesen (Quarz) auch nicht; und doch sind beide noch in der Härte verschieden. Seht einmal her; ich kann mit diesem hier die Fensterscheibe (oder dieses Stück Glas) ritzen; ich kann einen Buchstaben darauf schreiben; es ist ein Kiesel; er ist hart; mit jenem kann ich das Fensterglas nicht ritzen. Der Kiesel schlägt auch Funken mit dem Feuerstahl; dieser (Feldspath) nicht; und wenn die Hufeisen der Pferde auf dem Straßenpflaster Funken schlagen, so ist es dieser Stein, der Kiesel, der viel im Straßenpflaster vorkommt; bei heftigem Hufschlag giebt er Funken.*) Es giebt aber noch härtere Steine. Hier mit diesem (Topas, Smirgel) kann ich wieder jenen (Quarz) ritzen, aber nicht umgekehrt. Wir nennen solche Steine, die den Kiesel ritzen, sehr hart.

Diese sehr harten Steine haben häufig sehr schöne, grüne, rothe, blaue ꝛc. Farben und werden, wenn sie schön durchsichtig oder durchscheinend und glänzend sind, geschliffen und als Schmucksteine

*) Das Funkenschlagen ist eigentlich kein Beweis für die Härte. Ich habe in einem Gypsbruche mit der Haue leicht Funken geschlagen; und wenn der Schlag auch anhydritische Partieen getroffen hat, so war doch bestimmt kein härterer Stein vorhanden. Um Funken zu erzeugen, muß nur der Schlag so heftig sein, daß sich vom Stahl feine (pyrophorische) Metalltheilchen loslösen, welche sich in der Luft entzünden.

Digitized by Google

verwendet; man nennt sie Edelsteine.*) Wären sie nicht so hart, so würden sie sich bei langem Gebrauch an der Oberfläche abreiben, rauh werden, ihren Glanz verlieren. Vermöge ihrer großen Härte bleiben sie aber glatt und behalten ihren schönen Glanz, der durch die angeschliffenen Kanten und Flächen (Facetten) erhöht wird. Solche Edelsteine sind der Smaragd, grün; der Rubin, rosa; der Granat, roth; der Sapphir, blau; der Topas, gelb; der Hyacinth, braun. Die Uhrmacher benutzen die Edelsteine um auf ihnen die feinen Wellen der Uhrräder laufen zu lassen; sie nehmen dazu besonders Rubin und Topas; man sagt dann die Uhr geht auf 6, 8 Steinen. Wollten sie die feinen, nadelförmigen Wellchen auf Messing oder Stahl laufen lassen, so würden sie sich bald auslaufen, schlottern und die Uhren würden falsch gehn. Die Edelsteine werden auch häufig aus farbigem Glas nachgemacht; man kann diese falschen Edelsteine aber sehr leicht von den ächten unterscheiden, weil sie nicht wie diese das Glas ritzen.

Im gewöhnlichen Leben nennt man wohl fälschlich auch noch einige andere Steine Edelsteine, welche weniger hart als Quarz sind, weil sie zu Schmucksachen verwendet werden; ich nenne Euch nur

*) In der Bibel sind an zwei Stellen (2. B. Mose C. 28. V. 17—20 und Offb. C. 21. V. 19) je 12 Edelsteine in verschiedener Reihenfolge und auch in den Namen nicht ganz übereinstimmend erwähnt. Im Mittelalter und bis zu Ende vorigen Jahrhunderts legte man auf diese Erwähnung in der Bibel und auf die Stellung des Edelsteins in der dort angegebenen Reihenfolge einiges Gewicht.

Digitized by Google

den schön himmelblau gefärbten Türkis und den durch sein schönes Farbenspiel ausgezeichneten edlen Opal, welche beide das Glas nicht ritzen; und ferner den schön grünen Malachit und den Bernstein, welche sogar weich sind, d. h. sich mit dem Messer ritzen lassen. Solche Schmucksteine, die weicher sind als Quarz nennt man auch Halbedelsteine und rechnet zu ihnen auch den Bergkrystall, den Achat und Jaspis, welche Quarzhärte haben.

Der härteste Edelstein ist der Diamant; ihn ritzt kein anderer Stein; er aber ritzt alle anderen Steine, wie ich hier diesen (Smirgel, Topas) mit ihm (einem Glaserdiamanten) ritze.*) Man kann den Diamant daher nur mit seinem eigenen Schleifpulver schleifen. Die Glaser brauchen den Diamanten zum Glasschneiden; die Lithographen um in den Stein feine Linien einzuzeichnen; weil er so hart ist, so reibt er sich beim Gebrauch nicht ab und behält immer seine scharfe Spitze; da er aber sehr theuer ist, so haben die Glaser immer nur ganz kleine, feine Splitterchen, die mit Zinn eingefasst sind. Die geschliffenen Diamanten nennt man, je nach der Form, die sie haben, Brillanten, Rosetten, Tafelsteine.

So theuer der Diamant aber auch ist, so ist er doch lange

*) Der beste Edelstein ist, der selbst alle schneidet
Die Andern, und den Schnitt von keinem andern leidet.
Das beste Menschenherz ist aber, das da litte
Selbst lieber jeden Schmerz, als daß es andre schnitte.
Fr. Rückert.

Digitized by Google

nicht so werthvoll für den Menschen, wie der Kalkstein, der Lehm oder das Eisenerz. Ohne Diamanten könnten wir schon leben, aber was sollte der Mensch anfangen, wenn er keinen Lehm hätte, um sich daraus Ziegeln zu streichen und Häuser zu bauen, was sollte er anfangen, wenn er keinen Kalk hätte, um die Ziegelsteine zu Mauern zu verbinden; wenn er kein Eisen hätte, um sich daraus eine Axt zu machen und mit ihr den Baum zu fällen, mit dessen Holz er sich wieder Häuser und Schiffe baut!

Dritte Lection.

Wir wollen uns nun mit einigen besonders wichtigen Mineralien bekannt machen.

Vor allen andern wichtig ist hier dieses Mineral, welches ich Euch schon in der vorigen Stunde gezeigt habe, welches ein Kiesel ist und mit dem ich am Fenster einen Buchstaben schreiben konnte; wenn der Kiesel so schön weiß vorkommt wie hier, so heißt er Quarz.

Ihr wisst also schon: der Quarz ist hart, d. h. er lässt sich mit dem Messer nicht ritzen; ritzt selbst Glas, wird aber wieder von den sehr harten Steinen, den Edelsteinen, geritzt, wie ich es Euch schon gezeigt habe. Er ist ferner, wie Ihr seht, schön weiß und an den Kanten durchscheinend, zuweilen ganz durchsichtig wie Glas und glänzt auch wie Glas. Wir sagen, er habe Glasglanz, zum Unterschied von den ganz matten Steinen (Thon, Kreide, Lehm) und auch zum Unterschied von den noch stärker glänzenden Steinen

Digitized by Google

wie dieser hier (Talk, gediegen Schwefel), der Fettglanz hat; oder auch von diesen (Asbesth, Fasergyps), welche Seidenglanz haben. Dieser hier (Marienglas) hat Perlmutterglanz, d. h. den milden Glanz der Euch bekannten Perlmutter; er ist aber auch wie die Perlmutter aus lauter feinen Blättchen zusammengesetzt. Den stärksten Glanz hat der Diamant; wir nennen diesen höchsten Grad des Glanzes Demantglanz; er kommt auch bei einigen wenigen andern Steinen vor: z. B. dieser Stein (Weißbleierz) hat Demantglanz. Vergleicht einmal selbst, wie viel lebhafter und stärker dieser Glanz ist, als der gewöhnliche Glasglanz des Quarzes. Der Quarz ist nicht sehr schwer, aber auch nicht sehr leicht; er ist ungefähr $2^1/_2$ mal so schwer als das Wasser, d. h. ein Kubikcentimeter Quarz wiegt $2^1/_2$ mal so viel als ein Kubikcentimeter Wasser; und da ein Kubikcentimeter Wasser, wie Ihr wißt, 1 Gramm wiegt, so wiegt ein Kubikcentimeter Quarz oder Kiesel ungefähr $2^1/_2$ Gramm; etwas mehr.

Wenn nun dieser Quarz, welcher sich aus dem Wasser gebildet hat, wie sich etwa Salz oder Alaun aus dem Wasser, in welchem sie aufgelöst sind, ausscheiden; wenn dieser Quarz bei seiner Bildung genügende Zeit und genügenden Raum hatte, und die Masse, aus welcher er sich bildete, ganz rein war, dann schießt er in schönen, durchsichtigen Krystallen an, wie Ihr hier einen seht, wie nennen diese Quarzkrystalle, wenn sie wasserhell, durchsichtig wie Glas sind, Bergkrystall. Es kommen zuweilen Bergkrystalle vor, welche Wassertropfen einschließen; — ein deutlicher Beweis,

Digitized by Google

daß sie aus dem Wasser und nicht etwa aus einer geschmolzenen Masse entstanden sind. Sind sie bräunlich, wie dieser, so heißen sie Rauchtopas; sind sie schön violett, wie dieser hier, so heißen sie Amethyst. Rauchtopas und Amethyst sind aber auch nichts Anderes, wie reiner krystallisirter Kiesel.

Es ist nun ein wunderbares Gesetz im Reich der Steine, daß jede Steinart, wenn sie sich ungehindert entwickeln, d. h. krystallisiren kann, ebenso wie jedes Thier und jede Pflanze, eine ihr durch ihre eigene Natur ganz bestimmt vorgeschriebene Form annimmt. Hier dieser Quarz krystallisirt z. B. immer in sechsseitigen Säulen, auf welche eine sechsseitige Pyramide, wie eine Thurmspitze aufgesetzt ist. Es ist dies seine ganz bestimmte, ihm von der Natur vorgeschriebene Form, er kann, wenn er überhaupt krystallisirt, nicht anders (also nicht etwa in 4seitigen oder 8seitigen Säulen) krystallisiren; seine Säule muß sechsseitig sein; nur darin hat er Freiheit, daß er einmal eine Fläche größer ausbilden kann, wie die andere, oder daß er eine Ecke oder eine Kante abstumpfen kann, wie Ihr hier seht; aber die Winkel, unter welchen zwei Flächen aneinanderstoßen, sind immer dieselben.

Andere Mineralien haben 4seitige, 8seitige, 10seitige und 3seitige Säulen oder Tafeln; noch andere krystallisiren in Würfelform, wie Ihr hier seht (Flußspath, Schwefelkies, Steinsalz oder große Kochsalzwürfel); hier dieser Stein (Granatoëder von Granat oder Magneteisenstein) hat eine kugelähnliche Gestalt, die aber von 12 gleichseitigen, verschobenen Vierecken (Rhomben) begrenzt ist; man

Digitized by Google

kann sich diese Form leicht aus dem Würfel herstellen, wenn man seine 12 Kanten bis zum Verschwinden der Würfelflächen abstumpft. Dieser Krystall (Octaëder von Magneteisen, Spinell oder Rothkupfererz) hat die Form einer vierseitigen Doppelpyramide, welche von 8 gleichseitigen Dreiecken begrenzt ist. Auch diese Form läßt sich aus dem Würfel herleiten, wenn man dessen 8 Ecken bis zum Verschwinden der Würfelflächen abstumpft. *) Hieraus erkennt Ihr den Zusammenhang der Krystallformen unter einander und das Gesetzmäßige der Flächenanordnung. Immer sind die Krystalle von ebenen Flächen und die Krystallflächen von geraden Linien, Kanten, begrenzt; die vorkommenden Krümmungen der Kanten und Wölbungen der Flächen beruhn nur auf der Aufeinanderfolge sehr kleiner ebener Flächen, welche wegen ihrer Kleinheit dem unbewaffneten Auge zusammenhängend erscheinen.

Die Eisblumen, die Ihr im Winter am Fenster seht, sind auch Krystalle, nehmlich vom Wasser, welches aber bei gewöhnlicher Temperatur flüssig ist und nur in der Kälte in festen Krystallen anschießt.

*) Wenn man aus einer großen Kartoffel einen Würfel herausschneidet und dann dessen Ecken oder Kanten bis zum Verschwinden der Würfelflächen gerade abstumpft, so läßt sich die Entstehung des Granatoëders und Octaëders aus dem Würfel leicht veranschaulichen. Ebenso läßt sich aus dem Granatoëder durch Abstumpfung der Kanten das Leuzitoëder (Analzim, Leuzit, Granat); durch Combination des Octaëders mit dem Würfel das Cubooctaëder (Bleiglanz, Schwefelkies); durch Combination des Granatoëders und Würfels das Cubogranatoëder (Borazit) herstellen. Holzmodelle dieser Krystallformen.

Digitized by Google

Auf den Flüssen und Teichen kann das Wasser nicht krystallisiren; da haben die kleinen Krystalle keine Zeit und keinen Raum sich frei nach ihrem innern Wesen auszubilden; aber an den Fenstern bilden sie schöne Blumen, welche aus lauter feinen Säulchen zusammengesetzt sind; und zwar sind es auch 6seitige Säulchen, wie beim Quarz oder Bergkrystall. Am schönsten sind die Eiskrystalle in den Schneeflocken zu erkennen. Wenn Ihr im Winter die Schneeflocken mit einem dunkeln Tuchärmel oder einer Tuchmütze auffangt, so könnt Ihr die schönen Eiskrystalle der Schneeflocken mit bloßem Auge sehen; es sind wunderbar zierliche 6strahlige Sternchen, etwa so (an die Tafel zu zeichnen).

Jedes kleine Haupt-Strahlchen oder Neben-Strahlchen ist ein Krystall; niemals werdet Ihr ein 4strahliges oder 8strahliges Sternchen darunter finden; die feinen Theilchen müssen sich immer unter den ganz bestimmten Winkeln an einander legen; und von dem Eis haben die Krystalle überhaupt ihren Namen, denn Krystallos heißt im Griechischen: Eis.

Der Zuckerkant ist zwar kein Stein, aber er besteht auch aus lauter Krystallen und zwar Zuckerkrystallen. Jedes Salzkörnchen ist ein Krystall, und wenn Ihr es genau ansehet, werdet Ihr finden, daß es Würfel sind; in der Butter bilden sich zuweilen größere Salzwürfelchen.

Diese Kraft zu krystallisiren liegt im Wasser, im Stein, im Zucker und sie entspringt aus seinem innersten Wesen; deshalb ist

Digitized by Google

die Kryſtallform auch für jeden Stein und für jeden Stoff eine ganz beſtimmte. Bei manchem Steine kann man dieſes innere Weſen, welches die Kryſtallform hervorruft, auch ganz deutlich erkennen; wie z. B. an dieſem Stein (Glimmer). Ihr ſeht, daß er aus lauter feinen, übereinander liegenden Blättchen beſteht; er iſt nach dieſer Richtung leichter ſpaltbar als nach andern; eine ſolche Richtung, nach welcher ein Mineral ſich leicht ſpalten läſſt, nennt man einen Blätterdurchgang. Diejenige Kraft, welche die einzelnen, unendlich kleinen Theilchen des Minerals, die Moleküle, zuſammenhält, ſo daß ſie nicht auseinander fallen, wie beim Sand, der Aſche, dem Staub ꝛc. iſt die Cohäſionskraft oder Anziehungskraft; es iſt dies ganz dieſelbe Kraft, welche unſer Sonnen- oder Planetenſyſtem zuſammenhält; nur daß hier die Entfernungen der einzelnen Maſſentheile oder Weltkörper viel größer ſind. In der Richtung eines Blätterdurchganges nun iſt dieſe Cohäſions- oder Anziehungskraft am geringſten oder doch geringer als in andern Richtungen; deshalb läßt ſich das Mineral nach der Richtung eines Blätterdurchganges leicht ſpalten.

Manche Mineralien haben nur einen ſolchen Blätterdurchgang oder doch einen ſehr vorwiegenden wie eben dieſe (Glimmer, Marienglas); andere haben mehrere, wie hier dieſe (Bleiglanz, Steinſalz). Ihr ſeht deutlich, daß ſie ſich nach 3 Richtungen, welche auf einander rechtwinklig ſtehn, ſpalten laſſen; und Ihr könnt ſie zerſchlagen, wie Ihr wollt; die kleinſten Brocken haben immer die Geſtalt kleiner Würfel und dieſer Bleiglanz (Steinſalz) kryſtal-

Digitized by Google

lisirt auch in Würfeln, deren Ecken abgestumpft sind (Cuboctaëder). Bei diesem Mineral (Kalkspath) erkennt Ihr auch deutlich 3 Blätterdurchgänge; sie schneiden sich aber nicht unter rechten, sondern unter stumpfen Winkeln; deshalb krystallisirt dieses Mineral auch nicht in Würfeln, sondern in sogenannten verschobenen Würfeln, Rhomboëdern. Bei diesem Mineral (Schwerspath) endlich seht Ihr auch 3 Blätterdurchgänge aber sie sind nicht gleich; der eine ist viel vollkommener und deutlicher als die beiden andern und steht auf ihnen, die sich unter einem stumpfen Winkel schneiden, rechtwinkelig; deshalb krystallisirt dieses Mineral auch in der Regel in Tafeln.

Ihr seht also, daß die Krystallform nicht zufällig, sondern in dem inneren Wesen jeder Steinart, in ihren Blätterdurchgängen begründet ist. Wenn sich nehmlich der feste Stein aus der flüssigen oder luftförmigen Masse bildet, wie sich die Eisblumen an dem Fenster aus dem Wasserdunst im Zimmer bilden, so legen sich die feinsten Theilchen nach bestimmten Richtungen, unter bestimmten Winkeln an einander. Jedes feinste Theilchen, so klein es auch ist, trägt diese bestimmten Richtungen schon in sich und findet sie auch bei seinem Nachbar wieder und so kann es sich nicht anders als nach diesen Richtungen anlegen; und diese Richtungen sprechen sich dann sowohl in den Blätterdurchgängen, wie in der äußeren Begrenzung, der Krystallform aus.

Wie also das Kastanienblatt, das Epheublatt, das Weinblatt, jedes seine bestimmte Form hat, wie jede Blumenblüthe ihre be-

Digitized by Google

stimmte Form, Blätterzahl, Staubfädenzahl hat; wie der in der Nordsee so häufig vorkommende Seestern immer 5 Strahlen hat und nicht einmal 6 oder blos 4 haben kann, so hat auch der Stein seine bestimmte Krystallform oder Krystallgestalt, welche in seinem innersten Wesen, in der Anordnung der kleinen Massentheile, Moleküle, oder in seinen Cohäsionsverhältnissen begründet, ihm von der Natur bestimmt vorgezeichnet ist.

Vierte Lection.

Wir kehren nun zu unserem Quarz zurück. Ich sagte Euch schon, daß er zu den wichtigsten Steinen gehört; er ist nehmlich nichts anderes, als ein reiner Kieselstein. Aber aller Mauersand und Streusand besteht aus Quarz. Wenn Ihr den Sand näher ansieht, so werdet Ihr lauter kleine, wasserhelle oder milchweiße abgerundete Quarzkörnchen erkennen; ebenso besteht der Kies oder Schotter aus den Kiesgruben fast nur aus Quarz. Es kommen zwar in Sand und Kies mitunter auch andere, rothe Körnchen und silberweiße Blättchen vor, von welchen Ihr später noch hören sollt; aber die Hauptmasse ist Quarz oder Kiesel. Allerdings sind diese Kieselsteine nicht immer so schön weiß oder wasserhell wie dieser Quarz hier; sie sind auch grau, wie dieser, der Feuerstein oder Hornstein; aber auch er besteht nur aus Kieselerde, wie der Quarz und ist auch ebenso hart, wie der Quarz; ritzt Glas, wie er und darum giebt er auch am Stahl Funken, wo-

Digitized by Google

von er seinen Namen hat. Jeder Kieselstein, er mag weiß, gelb, roth, braun oder grau sein, hat dieselbe Härte wie Quarz und läßt sich leicht daran erkennen; er ritzt Glas, läßt sich mit dem Messer nicht ritzen und giebt mit dem Stahl Funken. Nun werdet Ihr einsehn, daß dieser Stein, der Quarz oder Kiesel sehr wichtig und sehr verbreitet ist; denn wieviel Milliarden Sandkörnchen giebt es auf der Welt! und was wollte der Mensch ohne Sand anfangen! er ist zum Mauern, zu den Dammschüttungen bei Straaßen, zum Scheuern, bei der Glas- und Porzellanfabrikation, bei der Eisengießerei, Gelbgießerei ꝛc. ganz unentbehrlich. Die Verwendung beim Scheuern und Putzen beruht auf seiner Härte; die harten Quarzkörnchen reiben von Eisen, Messing, Zinn, Kupfer die Unreinigkeiten ab und bringen dadurch die Farbe und den Glanz der Metalle wieder zum Vorschein, machen sie blank.

Der Sand ist aber dadurch entstanden, daß die Wellen des Meeres oder reißender Ströme und Gebirgsbäche die Felsen, welche viel Quarz enthalten, zertrümmert und zu Pulver zerrieben haben. Die andern Bestandtheile dieser Felsen haben sich nicht so erhalten, wie der feste, harte Quarz und deshalb besteht der Sand fast nur aus Quarz. Hier seht Ihr einen solchen Stein (Granit), aus welchem viele Felsen bestehn; Ihr könnt den Quarz darin mit bloßem Auge deutlich unterscheiden; ebenso in diesem Stein (Gneuß) und man erkennt die Körnchen als Quarz, weil sie das Glas ritzen und sich mit dem Messer nicht ritzen lassen; an der gelblich-weißen oder grauen Farbe und an ihrem Glasglanz. Ueberall, wo Ihr Sand seht,

Digitized by Google

ist er durch Wasser herbeigeführt und in der Regel ist es das Meer gewesen (auch hier bei uns ist einmal Meer gewesen). Die Flüsse führen, wo sie über Sand und sandiges Terrain fließen, den Sand wieder weiter, und lagern ihn dann an anderen Stellen mit geringerer Strömung in Sandbänken ab; — sie versanden. — Quarz und reiner weißer Quarzsand werden zur Glasfabrikation benutzt; ohne sie könnte mankein Glas machen.

Das Meer zerreibt aber nicht nur die festen Felsen zu losem Sand; es hat diesen Sand auch zuweilen wieder zu festen Massen zusammengebacken. Hier dieser Stein (Sandstein) ist ein solcher zusammengebackener Meeressand. Wenn Ihr ihn genau ansehet, so könnt Ihr deutlich erkennen, daß er aus lauter kleinen Quarzkörnchen besteht; er ritzt auch natürlich das Glas, denn sonst wäre es kein Quarz. Wie der Mauersand in den Kalk geschüttet und durch ihn zusammgebacken wird, so sind die Sandkörnchen des Sandsteins durch die Kalk- und Thontheilchen, welche im Meerwasser vorhanden waren, zusammengebacken; zuweilen sind sie auch durch ein blankes gelbes Erz, den Schwefelkies, verkittet. Hier dieser Sandstein ist roth gefärbt durch Eisen, aber wenn Ihr genauer hinseht, erkennt Ihr auch in ihm die Quarzkörnchen. Wenn die einzelnen Quarz- oder Kieselsteinchen sehr groß sind, dann nennt man einen solchen Sandstein Conglomerat oder auch Breccie (Nagelfluh, Molasse); er ist aber auch auf dieselbe Weise entstanden, wie der feinkörnige Sandstein.

Daß aller Sand und folglich auch der Sandstein nur im

Digitized by Google

Wasser gebildet sein kann, erkennt Ihr auch daran, daß die einzelnen Quarz- und Kieselkörnchen alle abgerundet und abgeschliffen sind. Das hat nur das Wasser und hauptsächlich das Meer bewirken können. Wie viele Menschen hätten wohl schleifen müssen, wenn sie jedes einzelne Quarzkörnchen hätten rund schleifen wollen! — wenn Ihr Quarz und Granit und Gneuß zerschlagt, bekommt Ihr keine runden Quarzkörnchen; die runde Form erhalten sie erst wenn sie 1000 und Millionen Jahre im Wasser herumgeworfen und aneinander abgerieben werden.

Der feinkörnige Sandstein ist für den Menschen wiederum sehr wichtig; man macht aus ihm Tröge für das Vieh, Wasserrinnen, Säulen an Brücken, Gebäuden und Wegen; Treppenstufen, Thürpfosten, Fensterrahmen. Die schönen großen Kirchen und Dome, welche unsere Vorfahren im Mittelalter bauten, sind zum großen Theil aus Sandstein gebaut; ja auch zu Bildsäulen wird der Sandstein verwendet; immer erkennt Ihr ihn an den einzelnen Sandkörnchen, aus welchen er zusammen gesetzt ist. Auch Mühl- und Schleifsteine werden zuweilen aus Sandstein gemacht.

Auch der Quarzschiefer und der schwarze Kieselschiefer oder Probirstein gehören zu den Kieselsteinen; sie haben sich auch im Wasser gebildet, aber nicht aus Sand, wie der Sandstein; man erkennt daher auch keine Sandkörnchen in ihnen; sie haben vielmehr eine ganz gleichförmige Masse; nur die schiefrige Beschaffenheit verräth, daß sie sich lagenweise im Wasser abgesetzt haben, wie sich der Schlamm in einem Teich niederschlägt. Der

Digitized by Google

schwarze Kieselschiefer (auch lydischer Stein genannt) wird von den Goldschmieden dazu benutzt, um die Güte des Goldes zu probiren. Wenn man Gold darauf reibt, so bekommt man einen schönen goldglänzenden, gelben Streifen; nun haben die Goldschmiede sogenannte Probirnadeln, in welchen das Gold mit Kupfer oder Silber gemischt ist; die eine Nadel besteht aus einem Gemisch von 8 Theilen Gold und 16 Theilen Silber oder Kupfer; die andre aus 9 Theilen Gold und 15 Theilen Silber u. s. f.; auf dem Probirstein wird nun diejenige Probirnadel gesucht, welche denselben Strich ergiebt, den das probirende Gold gegeben hat, und so erfährt man, wie viel Theile Gold es enthält, da man ja weiß, wie viele Theile die betreffende Probirnadel enthält.

Von dem Feuerstein, der wie ich Euch schon sagte, auch Kiesel ist, will ich Euch noch Folgendes mittheilen. In ganz früher Zeit, als die wilden Menschen es noch nicht verstanden, das Kupfer und das Eisen zu schmelzen und sich Messer und Aexte und allerlei Instrumente und Waffen daraus zu fertigen, machten sie sich aus scharfen Feuersteinstücken Messer, Bohrer, Aexte, Speerspitzen und konnten nun mit diesen Steinwerkzeugen die Bäume fällen und das Holz bearbeiten und mit den Steinwaffen die Thiere des Waldes erlegen. Diese alte Zeit nennt man die Steinzeit; man findet diese Steinwerkzeuge zuweilen in Höhlen und alten Grabstätten. Heute noch giebt es auf den Inseln der Südsee Wilde, welche den Gebrauch des Eisens nicht kennen und sich mit Steinwerkzeugen begnügen müssen, zu welchen wegen

Digitized by Google

seiner Härte vorzugsweise gern der Feuerstein verwendet wird; diese Wilden leben also heute noch in der Steinzeit, während sie in Europa, Asien, Amerika und überhaupt in allen cultivirten Ländern längst vorbei ist. Wie gut sich der harte Feuerstein durch geschickte Schläge bearbeiten läßt, erkennt Ihr an den bekannten Flintensteinen, welche früher zu den Gewehren mit Steinschloß verwendet wurden. Der Feuer- oder Flintenstein wurde in den Hahn des Gewehrs eingeschraubt und schlug an den stählernen Deckel der Pulverpfanne. Der Pfannendeckel schlug zurück und der herausspringende Funke entzündete das Pulver in der Pfanne und durch das Zündloch auch das Pulver im Gewehrlauf hinter der Kugel.

Endlich will ich Euch hier noch einen schönen Stein zeigen, der auch nichts weiter, als Kiesel ist; man nennt ihn Achat und verwendet ihn wegen seiner schönen Zeichnungen zu Schmucksachen, Ringsteinen. Diese Zeichnungen entstehen dadurch, daß die Kieselmasse sich lagenweise in grauen, bläulichen, braunen, milchweißen, rothen, durchsichtigen und undurchsichtigen Lagen abgesetzt hat. Nach den verschiedenen Zeichnungen nennt man ihn Festungsachat, Moosachat, Bandachat. Weil der Achat nichts weiter als ein schön gezeichneter Kieselstein ist, so muß er auch alle Eigenschaften desselben haben; er ist also hart, ritzt Glas, giebt mit dem Stahl Funken und läßt sich vom Messer nicht ritzen.

Das Stroh enthält viel Kiesel; die dünnen, langen Halme würden ohne diese feste Kieselmasse nicht aufrecht stehn können; ebenso enthalten auch die Schachtelhalme oder Schafthalme, mit denen man Holz glättet, viel Kiesel.

Digitized by Google

Fünfte Lection.

Heute will ich Euch mit drei wichtigen Mineralien bekannt machen, welche auch Kieselerde, außerdem aber noch andere Bestandtheile enthalten und so wie der reine Kiesel oder Quarz außerordentlich verbreitet sind, dem Feldspath, dem Glimmer und der Hornblende.

Hier der Feldspath ist in der Regel fleischroth, d. i. gelblich-roth und röthlich-gelb oder auch hellgelb und undurchsichtig; es giebt zwar auch ganz klare, durchsichtige Varietäten, sie sind aber selten. Der Feldspath ist ferner ungefähr ebenso schwer wie der Quarz, d. h. $2^1/_2$ mal so schwer als das Wasser; läßt sich auch nicht mit dem Messer ritzen, ist also immer noch hart, aber nicht so hart, wie der Quarz; der Feldspath ritzt daher nicht mehr das Glas, wird aber vom Quarz geritzt. Er unterscheidet sich ferner vom Quarz auch dadurch, daß er, wie Ihr hier seht, einen sehr deutlichen Blätterdurchgang oder blättrigen Bruch besitzt; auf diesem Blätterdurchgang, nach welchem er sich leicht spalten läßt, hat er auch einen lebhaften Glanz, auf anderen Bruchflächen nicht. Von diesem Blätterdurchgang hat er auch den Namen Spath; denn die alten deutschen Bergleute, welche zuerst auf die verschiedenen Mineralien achteten und ihre Eigenschaften sich einzuprägen suchten, bezeichneten mit den Worten Spath, späthig immer blättrige Mineralien; so hatten sie einen Feldspath, Kalkspath, Schwerspath, Eisenspath u. s. w. Der Feld-

Digitized by Google

spath hat zwar außer jenem deutlichen Blätterdurchgang noch einen zweiten, welcher mit jenem einen rechten Winkel bildet; derselbe ist aber, wie Ihr hier seht, bei Weitem nicht so deutlich als jener, hat auch nicht den lebhaften Glanz. Auch hier beim Feldspath liegen, wenn er krystallisirt, zwei sehr häufig vorkommende Krystallflächen genau so, wie jene beiden Blätterdurchgänge, woran Ihr wieder erkennen könnt, daß die äußere Krystallform nicht zufällig und nicht durch die Umgebung bestimmt, sondern im innern Wesen jedes Minerals begründet ist; eine sehr schöne Abart des Feldspaths ist der durch sein Farbenspiel ausgezeichnete an der Küste von Labrador vorkommende Labradorfeldspath oder Labrador.

Wenn der Feldspath lange an der Luft liegt und dem Wasser ausgesetzt ist, so löst er sich zu Thon auf. Fast aller Thon, Letten, Schlamm, Lehm, den es auf der Welt giebt, ist ursprünglich aus dem Feldspath entstanden, sowie der Sand und Sandstein aus dem Quarz. Indem nehmlich das Meer die Felsen, welche Quarz und Feldspath enthielten, zertrümmerte und zu Pulver zerrieb und dadurch aus dem Quarz Sand machte, hat es den Feldspath fast ganz zu Thonschlamm aufgelöst und fortgeführt. Nur einige, wenige Feldspathkörnchen haben sich im Sande erhalten; Ihr findet sie in den meisten Sandarten als feine rothe Körnchen, die nicht so rund und nicht so hell und klar wie die Quarzkörnchen, sondern mehr eckig sind, weil eben der Feldspath blättrig ist und immer nach jenem Blätterdurchgang spaltet; diese rothen Feldspathkörnchen des

Digitized by Google

Sandes lassen sich auch mit der Messerspitze zerdrücken, was bei den härteren runden Quärzkörnchen nicht möglich ist. Hier seht Ihr verschieden gefärbten Thon, grau, roth, weiß; der weiße Thon ist der reinste; der graue und braune ist durch Kohle, der rothe durch Eisen gefärbt. Sehr häufig enthält der Thon Sandkörnchen, was man leicht erkennt, wenn man etwas Thon auf die Zungenspitze nimmt und durch die Zähne zieht; dann knirschen die Sandkörnchen. Der reine Thon klebt an der Zunge, weil er die Feuchtigkeit einsaugt; lässt man ihn aber länger im Wasser liegen, so wird er weich, so daß er sich kneten lässt und wenn das Wasser fließt, so spült es ihn auch fort.

Wegen dieser Eigenschaft, sich kneten und zu verschiedenen Gegenständen formen zu lassen, ist der Thon für den Menschen seit uralter Zeit außerordentlich wichtig. Lange, ehe die Menschen den Gebrauch der Metalle und besonders des Eisens kennen lernten, verstanden sie es, sich Gefäße aus Thon zu formen; und gegenwärtig verstehen es die wildesten, rohesten Völker, die sich auch ihre Götzenbilder aus Thon formen. In den ältesten Grabstätten, den sogenannten Hühnengräbern, findet man solche alte Thongefäße, Urnen. In der Regel sind sie durch den tausendjährigen Aufenthalt in der feuchten Erde weich geworden; man darf sie aber nur einige Zeit an der Luft austrocknen lassen, dann werden sie wieder hart.

Auch wir machen unsere Töpfe, Schüsseln, Teller, Näpfe, Ofenkacheln aus Thon; man nennt die Thongefäße, welche der

Digitized by Google

Töpfer macht, „irdene Gefäße.“ Durch Brennen erhalten die Gefäße eine größere Härte. Um aber die Feuchtigkeit vom Thon abzuhalten und den Gefäßen eine glatte Oberfläche zu geben, überzieht man sie mit einer schmelzbaren, kieseligen Mischung, einem Glasfluß, der Glasur. Auch das Porzellan, zu dessen Herstellung zum Theil auch gemahlener Feldspath (Spath) verwandt wird, ist in der Hauptsache eine Thonmasse. Das eigentliche Porzellan unterscheidet sich aber von dem gewöhnlichen Töpfergeschirr, sowie von dem Halb- oder Gesundheitsporzellan, der Faïence, dadurch, daß es durch und durch geschmolzen ist. Ihr könnt das leicht erkennen, wenn Ihr die Bruchflächen von einem Porzellanscherben und einem gewöhnlichen Topfscherben vergleicht; jener ist durchweg glänzend, dieser erdig und matt.

Die Bildhauer formen die schönen Figuren, die sie später in Sandstein, Marmor, Erz ausführen wollen, zuerst in Thon; sie bossiren ein Thonmodell, über welches Gyps gegossen wird. So bekommen sie eine Gypsform, und wenn sie in diese wieder Gyps gießen, ein Gypsmodell, welches sich nicht, wie das Thonmodell durch Eintrocknen verändert.

Da der Thon sehr schwer schmilzt, so macht man aus gewissen reinen Thonarten auch Schmelztiegel und feuerfeste Steine (Chamottesteine). Ohne solche feuerfeste Steine, welche eine sehr große Hitze aushalten, ohne zu zerspringen und Risse zu bekommen, könnte man kein Glas, kein Eisen, kein Kupfer, Silber u. s. w. schmelzen.

Digitized by Google

Den gewöhnlichen Lehm aber, der nichts weiter ist, als ein durch Eisenocker gelb gefärbter Thon, verwenden wir zur Herstellung von künstlichen Steinen, aus denen wir unsere Häuser und Backöfen bauen, der Backsteine, Ziegelsteine, Dachziegeln oder Flachwerk; auch die Drainröhren werden aus Lehm gemacht. Wenn man die Lehmsteine nur an der Luft trocknet, nennt man sie Luftsteine oder Luftziegeln; in der Regel werden sie aber gebrannt, um sie fester zu machen.

Nun werdet Ihr wissen, wie wichtig und unentbehrlich für die Menschen der Thon ist; kein Topf, keine Tasse, kein Teller kann ohne Thon gemacht werden, und wenn wir keinen Thon hätten, könnten wir uns keine Ziegelsteine machen und müßten alle unsere Häuser entweder aus Holz aufbauen, in welchem Falle sie weniger dauerhaft sind, oder aus natürlichen Steinen, was sehr schwierig und kostbar wäre.

Der vom Meer abgesetzte Thonschlamm ist aber zuweilen auch zu festen Felsen erhärtet; das ist der Thonschiefer, den Ihr hier seht; auch er ist nur Thon, in der Regel durch Kohle schwarz gefärbt. Eure Schiefertafeln und Schieferstifte oder Griffel sind Thonschiefer; auch der Dachschiefer, mit welchem man zuweilen die Häuser deckt, ist Thonschiefer.

Weniger wichtig als Quarz und Feldspath ist der Glimmer. Ihr müßt ihn aber auch kennen, weil er so weit verbreitet ist. Er ist leicht kenntlich an seinem lebhaften Glanz und seinem außerordentlich vollkommenen, feinblättrigen Gefüge;

Digitized by Google

man kann die feinsten Blättchen immer wieder noch spalten und macht sogar Lampencylinder aus Glimmer, die nicht springen, wie die Glascylinder. Der Glimmer ist weich, er läßt sich leicht mit dem Messer ritzen; aber er ist schwerer, wie Quarz und Feldspath, beinahe 3 mal so schwer als das Wasser. Durch seinen silberweißen und zuweilen gelblichen Glanz hat der Glimmer unwissende Menschen schon oft getäuscht und täuscht sie heute noch; sie halten ihn für Silber und Gold, während keine Spur Silber und Gold in ihm steckt, was Ihr schon daran erkennen könnt, daß er durchsichtig und viel leichter als alle Metalle und die metallhaltigen Mineralien ist; er hat daher den Spottnamen Katzensilber, Katzengold, erhalten. Der Glimmer besteht vielmehr wie der Feldspath zum großen Theil aus Kiesel und Thon und zerfällt, wenn er lange im Wasser liegt, auch zu Thon wie der Feldspath. Beinahe in jedem Sand, in jedem Thon, in jedem Sandstein und Thonschiefer findet Ihr feine, in der Regel weiße Glimmerblättchen; der Glimmer mag daher wohl einen ähnlichen Ursprung haben, wie die Feldspath- und Quarzkörnchen, welche Ihr im Sande findet; und das ist auch der Fall und nun kann ich Euch auch sagen, daß die Hauptmasse der ganzen Erdrinde und die Unterlagen aller Gebirge, also der älteste Theil der Erdrinde, aus 2 zusammengesetzten Gesteinen besteht, dem Granit und Gneuß, welche beide aus Quarz, Feldspath und Glimmer bestehen und sich nur dadurch von einander unterscheiden, daß diese drei Mineralien oder Gemengtheile im Gneuß lagenweise angeordnet sind, was hier

Digitized by Google

beim Granit nicht der Fall ist. Ihr könnt diese 3 Bestandtheile hier in beiden Steinen deutlich nebeneinander liegen sehn; der Glimmer ist zuweilen weiß, zuweilen schwarz, zuweilen braun; immer aber lebhaft glänzend und weich und immer läßt er sich in feine Blättchen spalten, welche elastisch biegsam sind.

Granit und Gneuß sind also die beiden Gesteinsarten, aus welchen die Hauptmasse der Erdrinde besteht; von ihnen kommt ursprünglich aller Sand und Thon, aller Sandstein und Thonschiefer her. Das Meer hat sie zerbröckelt und zerrieben; so fest die Felsen auch waren, in tausend und millionen Jahren mußten sie doch zerfallen und wir finden ihre 3 Bestandtheile, Quarz, Feldspath, Glimmer wieder im Sand und Thon, Sandstein und Thonschiefer.

Auch der Glimmer bildet zuweilen ganze Felsen; es liegt dann nur wenig Quarz zwischen seinen Blättern; wir nennen dieses Gestein Glimmerschiefer, welchen Ihr hier seht; zuweilen liegen schöne rothe Granaten in der Glimmermasse, wie Rosinen im Kuchenteig eingebacken, wie Ihr an diesem Stein sehn könnt, welchen ich Euch schon einmal gezeigt habe. Der Glimmerschiefer läßt sich auch zuweilen in sehr dünne Platten spalten und kann dann auch zum Dachdecken benutzt werden; ja man kleidet in gewissen Gegenden Deutschlands auch die Wände der Häuser mit solchen Glimmerschieferplatten, so daß die Häuser prächtig in der Ferne glänzen.

Dem Glimmer steht sehr nahe der Talk, den Ihr hier seht;

Digitized by Google

er hat auch einen sehr vollkommenen Blätterdurchgang und läßt sich in feine Blättchen wie der Glimmer spalten; er ist aber viel weicher als dieser; Ihr könnt ihn mit dem Fingernagel ritzen, was Ihr beim Glimmer nicht thun könnt; und außerdem unterscheidet sich der Talk auch dadurch vom Glimmer, daß er sich fettig, wie Seife anfühlt; auch er bildet ganze Felsen und man nennt das Gestein, welches hauptsächlich aus Talk besteht, zuweilen aber auch viel Schwefelkies enthält, Talkschiefer. Sehr viel Talkerde enthält auch eine andere Gebirgsart, der Serpentin; er besteht aus Talkerde, Kieselerde und Wasser, ist auch sehr weich, wie der Talk und fühlt sich auch wie er fettig oder seifig an; aber er ist nicht blättrig, hat überhaupt gar keine Blätterdurchgänge, sondern besteht aus einer ganz dichten Masse von hellerer oder dunklerer immer grünlicher Farbe. Zuweilen ist er ganz hübsch marmorartig gezeichnet und wird wie der Marmor zu Kunstsachen, Schälchen, Leuchtern, Aschbechern, Briefbeschwerern, Dosen, Vasen, Uhrgehäusen ꝛc. verarbeitet; (auch Säulen, Altäre u. s. w. werden zuweilen aus Serpentin hergestellt, da er auch eine gute Politur annimmt). Solche Serpentinwaaren werden hauptsächlich zu Zöblitz in Sachsen verfertigt. Dem Serpentin sehr nahe steht endlich auch der Speckstein, welcher ebenso wie jener aus Talkerde, Kieselerde und Wasser besteht, sich mit dem Messer schneiden läßt, und die Eigenschaft besitzt, Fett einzusaugen, weshalb er auch geschabt auf Fettflecke gestreut wird, um dieselben zu entfernen.

In manchen Granitarten ist der Glimmer durch ein anderes,

Digitized by Google

schwarzes, hartes Mineral vertreten, welches Hornblende heißt; man nennt ihn dann Hornblendegranit oder Syenit, der also aus Quarz, Feldspath und Hornblende besteht. Die Hornblende enthält Eisen und ist deshalb noch schwerer als der Glimmer, 3 bis $3^1/_2$ mal so schwer als das Wasser. Sie läßt sich nicht mit dem Messer ritzen; ist also hart; hat zwar auch zwei deutliche Blätterdurchgänge mit lebhaftem Glanz; dieselben sind jedoch bei Weitem nicht so vollkommen, wie der Blätterdurchgang des Glimmers; so daß sie sich auch nicht wie dieser in feine Blättchen spalten läßt. Ebenso wie einen Hornblendegranit giebt es auch einen Hornblendegneuß oder Syenitschiefer, welcher also wie der Syenit aus Quarz, Feldspath und Hornblende besteht, und sich nur dadurch von dem Syenit unterscheidet, daß die 3 Mineralien bei ihm, wie beim eigentlichen Gneuß lagenweise angeordnet sind, während sie beim Syenit ungeordnet nebeneinander liegen. Wenn in diesem Hornblendegneuß die Hornblende so überwiegt, daß das ganze Gestein rabenschwarz aussieht, so nennen wir es Hornblendeschiefer, welchen Ihr hier seht; auch in ihm finden sich oft, wie im Glimmerschiefer Granaten.

Der Basalt, welcher wie die Lava, als geschmolzene Masse aus dem Erdinnern aufgestiegen ist, hat eine der Hornblende ähnliche Zusammensetzung und ebenso die dunkle basaltische Lava. Bei Niedermendig am Rhein finden sich sehr bedeutende Ablagerungen solcher basaltischen Lava, welche von erloschenen Vulkanen ausgeflossen ist; dieselbe wird dort in großen Massen ge-

Digitized by Google

wonnen und zu sehr festen und dauerhaften Bau-, Gesims- und besonders auch zu Mühlsteinen verarbeitet.

Ihr habt also bis jetzt folgende Mineralien kennen gelernt;

1) den Quarz mit seinen Abarten: Feuerstein, Bergkrystall, Achat, Rauchtopas, Amethyst;
2) den Feldspath und den hauptsächlich aus ihm hervorgegangenen Thon;
3) den Glimmer und den ihm ähnlichen Talk;
4) die Hornblende

und folgende Gebirgsarten oder Gesteine, welche aus diesen Mineralien bestehn, den Quarzschiefer, Kieselschiefer, Thonschiefer, Glimmerschiefer, Talkschiefer, Serpentin, Hornblendeschiefer, Basalt, basaltische Lava und den Granit, Gneuß, Syenit und Syenitschiefer.

Sechste Lection.

Haben wir in den vorigen Stunden uns hauptsächlich nur mit kieseligen Mineralien und den aus ihnen zusammengesetzten Gesteinen beschäftigt, so will ich Euch heute mit einem andern sehr wichtigen Mineral bekannt machen, welches keine Kieselerde enthält, dem Kalkstein oder Kalk. Wie der Quarz oder Kieselstein sich durch seine Härte verräth, so verräth sich der Kalkstein durch seine Weichheit. Hier seht nur; Ihr könnt ihn leicht mit dem Messer ritzen. Wenn Ihr einen Stein findet, der so weich ist, daß Ihr ihn mit dem Messer, jedoch nicht mit dem Fingernagel ritzen könnt,

Digitized by Google

so ist es, mag er weiß, grau, schwarz, gelblich, röthlich sein, fast immer Kalkstein, denn die andern weichen Steine sind (abgesehn von Thon und Thonschiefer, die schwerer sind, an der Zunge hängen, Feuchtigkeit einsaugen ꝛc.) bei Weitem nicht so häufig, wie der Kalkstein.

Es giebt aber noch ein zweites, sehr wichtiges Kennzeichen des Kalksteins. Wenn man ihn mit starkem Essig oder einer anderen Säure betupft, so braust er.*) Dies kommt daher, weil er neben der Kalkerde Kohlensäure enthält; d. i. eine Luftart, welche beim Verbrennen der Kohle entsteht und welche auch in unserm Athem enthalten ist. Wenn man nun eine andere stärkere Säure mit dem Kalkstein in Berührung bringt, welche sich mit der Kalkerde verbindet, so muß die Kohlensäure in feinen Bläschen entweichen, wie sie beim Selterwasser, Brausepulver, schäumendem Bier u. s. w. entweicht; und zwar nimmt die entweichende kohlensaure Luft den tausendfachen Raum ein, welchen sie im Kalkstein einnahm. Hierdurch ist der Kalkstein, welcher zuweilen dem Kieselstein äußerlich sehr ähnlich ist, leicht zu erkennen. Es giebt allerdings auch Kalkstein, welcher nicht sogleich und nicht so stark braust; z. B. dieser hier (Zechsteindolomit), den Ihr trotzdem an seiner Weichheit als Kalkstein erkennt und vom Kiesel unterscheidet; ein solcher Kalkstein ist aber dann auch nicht so rein. Guter

*) Der Lehrer muß mit einem kleinen Glasstäbchen etwas verdünnte Salzsäure oder Essig auf den Kalkstein tupfen und den Kindern das Brausen und die Bläschen zeigen.

Digitized by Google

Kalkstein, wie er zur Mörtelbereitung taugt, muß leicht und stark brausen, und jeder Stein, den Ihr findet, und der, wenn Ihr ihn mit Salzsäure betupft, braust, enthält Kalk. Auch Sand und Thon, welche, mit Salzsäure oder Essig betupft, brausen, enthalten Kalk. Kalkhaltigen Thon nennt man Mergel oder Kalkmergel und benutzt ihn zum Mergeln der Felder; dies ist hier ein solcher Mergel, und Ihr überzeugt Euch, daß er stark braust, wenn ich ihn mit Salzsäure betupfe. Endlich giebt es auch Sandstein, welcher, mit Salzsäure betupft, braust; in diesem Falle ist das Bindemittel, der Mörtel, welcher die Quarzkörner zu Sandstein verkittet, kalkhaltig.

Die Kohlensäure kann man aber auch dadurch aus dem Kalkstein austreiben, daß man ihn stark erhitzt. Dies geschieht beim Kalkbrennen in den großen Kalköfen, in welchen der Kalkstein mit Holz oder Kohlen oder Tannenzapfen aufgeschichtet, und so stark erhitzt wird, daß alle Kohlensäure entweicht und nur Kalkerde oder Aetzkalk zurückbleibt. Diese, von der Kohlensäure befreite Kalkerde, der Aetzkalk hat eine sehr große Verwandtschaft zum Wasser und hierauf beruht das Löschen des Kalks, wie Ihr es bei jedem Hausbau sehn könnt. Wenn man nehmlich auf gebrannten Kalkstein oder Aetzkalk Wasser gießt, so verbindet sich die Kalkerde unter starker Wärmeentwickelung mit dem Wasser. Der Stein saugt das Wasser ein, wird heiß, zerspringt und zerfällt schließlich zu Pulver. Weil jedes noch so kleine Theilchen Kalkerde sein Theilchen Wasser sucht, so können die Kalkerdetheilchen nicht

Digitized by Google

bei einander bleiben und müssen zu Pulver auseinander fallen. (Versuch mit einem kleinen Stückchen gebrannten Kalks auf einem Teller oder einer Untertasse oder dem Untersatz einer Blumentopfs.) Nun haben wir also nicht mehr Kalkstein, denn der besteht ja aus kohlensaurer Kalkerde, und auch nicht mehr Aetzkalk, denn der besteht ja aus reiner Kalkerde, sondern mit Wasser verbundene Kalkerde und diese kann man mit Wasser verdünnen und hat dann Kalkmilch, mit welcher wir unsere Wände anstreichen (weißen); oder die wir mit Sand mischen, um Mörtel zu erhalten, mit welchem beim Mauern die Ziegelsteine verbunden werden. Hier habt Ihr ein Beispiel von einem chemischen Vorgang. Wir haben einen Körper, welcher aus Kalkerde und Kohlensäure besteht; die letztere treiben wir aus und verändern dadurch schon den Körper; dann thun wir einen andern Stoff, das Wasser hinzu und erhalten nun einen ganz neuen Körper, die mit Wasser verbundene Kalkerde. Solche mit Wasser verbundene Stoffe nennt die Chemie Hydrate; wir haben also hier ein Kalkhydrat, und werden später noch einige solcher Hydrate kennen lernen. Ihr müßt aber wohl merken, daß man unter Hydrat immer nur eine chemische Verbindung versteht; d. h. jedes kleinste Theilchen eines Stoffes muß mit dem Wasser verbunden sein. Wenn ich z. B. feinen Sand oder Thon mit Wasser zu einem Brei mische, so ist das kein Hydrat, denn die feinen Quarzkörnchen oder Thontheilchen haben keine Verwandtschaft zu dem Wasser und verbinden sich nicht mit ihm dauernd, wie die Theilchen des Aetzkalks. Das erkennt Ihr

Digitized by Google

daran, daß der Sand und Thon sich sehr bald niederschlagen, d. h. vom Wasser trennen und auf dem Boden des Gefäßes einen festen Bodensatz bilden. Anders mit dem Kalkhydrat; in ihm ist das feinste, kleinste Kalktheilchen mit Wasser fest verbunden und beide trennen sich nicht von selbst; das Wasser kann nur durch Erhitzung wieder ausgetrieben werden. Ihr könnt aber hieran auch merken, daß bei jeder chemischen Verbindung Wärme erzeugt wird. Wir werden darauf zurückkommen; das Verbrennen des Holzes, Torfs und der Kohlen ist auch nichts, als ein chemischer Vorgang, bei welchem der Kohlenstoff von den anderen Stoffen, mit denen er im Holz, in der Kohle und im Torf verbunden war, sich trennt und mit dem Sauerstoff der Luft zu Kohlensäure verbindet; und dabei wird Wärme erzeugt.

Wir kehren nun zu unserem Kalkstein zurück. Mit dem gebrannten Kalk muß man sehr vorsichtig umgehn und ihn sorgfältig vor Feuchtigkeit schützen. Wenn man gebrannten Kalk in einer Tasche bei sich trägt und es regnet, so daß er feucht wird, erhitzt er sich und verbrennt die Kleider. Deshalb darf auch gebrannter Kalk auf der Eisenbahn nicht in offenen Wagen verfahren werden, sie müssen bedeckt und verschlossen sein, sonst würden sie beim ersten Regen verbrennen. Ebenso dürfen Schiffe keinen gebrannten Kalk laden, weil er leicht feucht werden und sich erhitzen kann; man darf ihn auch nicht offen im Gehöft unter Schuppen und dergl. liegen lassen, sondern muß ihn in verschlossenen Fässern aufbewahren, wenn man ihn nicht gleich verbrauchen kann; weil

Digitized by Google

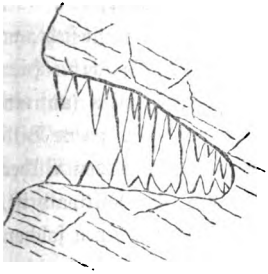
er sonst aus der Luft Feuchtigkeit anzieht und sich von selbst löscht. Der Kalkmörtel, Putz wird an der Luft steinhart, ja zuweilen fester als die Ziegelsteine, welche er verbindet, so daß diese eher zerfallen, als jener. Der Cäment ist auch nur ein solcher Kalkmörtel, aber mit etwas Thon vermischt; er wird noch härter und fester und ist noch dauerhafter, als der gewöhnliche Kalkmörtel.

Wenn der Kalkstein ganz rein und feinkörnig ist, wie dieser hier, dann kann man ihn zu Tischplatten, Treppenstufen, Säulen, Fliesen ꝛc. verarbeiten und er läßt sich dann sehr schön poliren. Solche schön gefärbte, feinkörnige Kalksteinsorten, welche gute Politur annehmen, nennt man Marmor. Der Marmor ist nichts weiter als ein Kalkstein; davon könnt Ihr Euch sofort überzeugen, wenn Ihr ihn mit dem Messer ritzt; er ist weich, wie jeder Kalkstein und braust auch, wie Ihr hier seht. Der schönste, reinste Marmor, aus welchem die Bildhauer ihre Bildsäulen machen, findet sich in Carrara in Italien, carrarischer Marmor.

Aber noch mit einer anderen sehr merkwürdigen Eigenschaft des Kalksteins muß ich Euch bekannt machen. Wenn Wasser, welches selbst Kohlensäure enthält, über Kalkstein fließt, so löst es denselben mit der Zeit auf, wie es Salz oder Zucker auflöst; wenn nun die Kohlensäure verdunstet, so läßt das Wasser den aufgelösten Kalk wieder fallen. Hierauf beruht die Tropfsteinbildung, von welcher Ihr wohl schon gehört habt; dies ist solcher Tropfstein. Wenn nehmlich solches kalkhaltiges Wasser von der Decke einer Höhle herunter tropft, so verdunstet die Kohlensäure,

Digitized by Google

der Kalk wird wieder fest und es bildet sich mit der Zeit ein Zapfen, der wie ein Eiszapfen von der Decke der Höhle herabwächst; die zu Boden fallenden Tropfen aber bilden auf dem Boden der Höhle einen kleinen Berg, welcher dem Zapfen von unten entgegenkommt

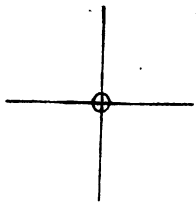


und sich endlich mit ihm zu einer Säule verbindet (nebenstehende Figur an die Tafel zu zeichnen); solche Kalkgebilde nennt man Tropfstein und die Höhlen Tropfsteinhöhlen; berühmt sind als solche die Baumannshöhle im Harz, die Dechenhöhle in Westfalen und die Adelsberger Grotte in Kärnthen.

Wenn der Kalk ganz rein ist und bei seiner Ausscheidung aus dem Wasser Zeit und und Platz hatte, so schießt er auch in schönen wasserhellen Krystallen an, wie der Quarz; dieselben haben aber eine andere Form wie die Quarzkrystalle; sie sehn wie ein verschobener Würfel aus, welcher von 6 verschobenen Vierecken oder Rhomben begrenzt ist. Hier seht Ihr einen solchen reinen, krystallisirten Kalkstein; er ist auch weich, wie Kalk; und braust auch wie der Kalk; denn es ist Kalk; Ihr müßt es mir aber glauben, weil ich die schönen glatten Flächen nicht zerstören will. Einen solchen krystallisirten Kalk nennt man Kalkspath. Wie sich der Bergkrystall zum Quarz verhält, so der Kalkspath zum Kalkstein. Aus dem Namen wißt Ihr nun schon, daß der Kalkspath blättrig ist

Digitized by Google

und zwar hat er drei sehr deutliche und ganz gleiche Blätterdurchgänge, welchen wiederum genau die Krystallflächen entsprechen. Wenn aber der Kalkspath ganz klar und durchsichtig ist, so hat er die merkwürdige Eigenschaft, daß man die Gegenstände durch ihn doppelt sieht; er heißt deshalb auch Doppelspath. Hier könnt Ihr es sehn. Diese Linien (auf ein

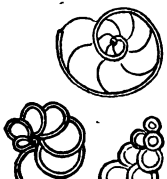


Stückchen Papier zu zeichnen) erscheinen doppelt; das zweite Bild bewegt sich, wenn ich den Kalkspath drehe, und die beiden Bilder sind desto weiter von einander entfernt, je dicker der Kalkspath ist, durch welchen das Licht hindurchgeht. Wir nennen einen solchen Körper doppelbrechend. Der Grund dieser Erscheinung liegt wieder in den Cohäsionsverhältnissen, in der Anordnung der feinsten Massentheilchen oder Moleküle. Die Spaltbarkeit des Kalkspaths nach drei Richtungen beweist schon, daß die Kraft, welche die Moleküle zusammenhält, in gewissen Richtungen geringer ist, als in andern; und so geht das Licht in gewissen Richtungen schneller hindurch als in andern. Die Schwingungen des Lichts werden in zwei bestimmte, einander rechtwinkelig schneidende, Ebenen gezwungen und bewegen sich in der einen schneller als in der andern, so daß wir zwei verschiedene Bilder neben einander sehn, welche eigentlich der Zeit nach verschieden sind. Wenn Ihr genau hinseht findet Ihr auch, daß das eine Bild etwas matter ist als das andre und etwas höher liegt. Es giebt übrigens in den doppelbrechenden

Digitized by Google

Körpern bestimmte Richtungen, in welchen das zweite Bild verschwindet; in welchen sie also nicht doppelbrechend sind.

Die Kreide ist auch nichts Anderes, als Kalk. Ihr seht, sie ist weich; und braust auch. Die Eigenschaft des Schreibens beruht darauf, daß der Zusammenhang der einzelnen Theilchen sehr gering ist; sie trennen sich sehr leicht von einander und wenn ich hier mit der Kreide auf die Tafel drücke, so bleiben einige Theilchen an derselben hängen. — Die Kreide besteht zum großen Theil aus kleinen, ganz feinen Muschelschaalchen, die aber so klein und fein sind, daß wir sie nur mit Hülfe des Mikroskops erkennen können. In dem kleinsten Stückchen Kreide befinden sich oft hunderte solcher Schaalen, die ungefähr so aussehn, (nebenstehende Figuren an die Tafel zu zeichnen); es sind keine eigentlichen Muscheln, sondern ganz kleine Thierchen von verschiedener Gestalt, welche aber Kalkschaalen wie die Muscheln und Schnecken besitzen; man nennt sie Siebschaalthierchen (Foraminiferen), weil sie aus einzelnen Kammern bestehn, deren Wände siebartig durchbohrt sind und welche dadurch unter einander in Verbindung stehn; oder auch Kammerthierchen (Polythalamien).



Die Kreide bildet zuweilen hohe Felsen; berühmt sind die Stubbenkammer und das Vorgebirge Arcona auf der Insel Rügen. Der Kalkstein ist überhaupt in der Natur außerordentlich verbreitet und bildet ganze Gebirge. Die schweizer und tyroler

Digitized by Google

Alpen, das Jura-Gebirge bestehen zum größten Theil aus Kalkstein; und da die Kalkfelsen häufig versteinerte Muscheln und Korallen enthalten, wie z. B. hier, so erkennen wir daran deutlich, daß auch der Kalkstein sich nur im Meere gebildet haben kann, und heute noch bilden sich im Meere solche Absätze und Ablagerungen von Kalkstein. Aber auch in dem süßen Wasser der Landseeen schlägt sich heute noch der sogenannte Kalktuff, die Seekreide nieder; und auf Wiesen, welche früher Seegrund waren, findet sich der ebenso aus dem Seewasser abgesetzte Wiesenkalk!

Die Muscheln, Schnecken und Korallen bedürfen des Kalks, um sich ihre Gehäuse daraus aufzubauen; ganze Felsen und Riffe werden von den Korallen aus dem Kalk aufgebaut, den sie dem Meerwasser entnehmen. Auch die Knochen und Zähne der Thiere und Menschen bestehn aus Kalk; nur ist derselbe in ihnen nicht mit Kohlensäure, sondern mit einer andern Säure, der Phosphorsäure, verbunden. Damit nun die Menschen und Thiere ihr Knochengerüst aufbauen und ausbilden können, müssen sie phosphorsäurehaltige Nahrungsmittel zu sich nehmen. Hierauf beruht eigentlich die Cultur der Getreidearten und Hülsenfrüchte. Beide Pflanzengattungen enthalten in ihrem Saamen phosphorsaure Verbindungen; die Erbsen, Bohnen, Linsen in sehr ansehnlicher Menge. Wenn nun diese Pflanzen wachsen und gedeihn sollen, so muß der Boden Phosphorsäure enthalten oder es muß ihm die letztere, wenn sie ihm entzogen ist, wieder zugeführt werden; hierauf gründet sich die Verwendung des künstlichen Dün-

Digitized by Google

gers, des Guano, des Knochenmehls und der Superphosphate bei der Landwirthschaft. Der natürliche phosphorsaure Kalk, welcher in Nassau und in Nordamerika vorkommt, und vielfach zur Herstellung der Superphosphate verwandt wird, heißt Phosphorit und wenn er in 6seitigen Säulen krystallisirt Apatit; er ist etwas härter wie der Kalkspath und zeigt nicht die deutlichen Blätterdurchgänge desselben.

Endlich will ich Euch hier noch ein schönes Mineral, den Flussspath, zeigen, welcher zwar nicht Kalkerde wie der Kalkstein und Apatit, sondern den eigentlichen Grundstoff der Kalkerde, das Kalkerdemetall oder Calcium enthält. Das letztere ist in der Kalkerde mit Sauerstoff, im Flussspath aber mit einem andern chemischen Grundstoff, dem Fluor verbunden und man macht aus dem Flussspath die Flusssäure, mit welcher man das Glas ätzen kann. Den Flussspath verwendet man auch beim Schmelzen der Erze in den Schmelzöfen der Hüttenwerken, weil er das Schmelzen oder Flüssigwerden der erdigen Massen, der Schlacken, befördert; hiervon trägt er seinen Namen. Aus letzterem erkennt Ihr auch schon, daß er blättrig, spathig, ist; er hat vier sehr deutliche Blätterdurchgänge und krystallisirt in Würfeln, auf deren Flächen ganz stumpfe, niedrige, 4seitige Pyramiden aufgesetzt sind, sogenannte Pyramidenwürfel. Die 4 Blätterdurchgänge stumpfen die 8 Ecken des Würfels gerade ab, woraus Ihr wieder erkennt, daß die Krystallform mit den Blätterdurchgängen zusammenhängt, zu ihr in einer ganz bestimmten Beziehung steht.

Digitized by Google

Der Flussspath ist ebenso wie der Apatit etwas härter wie der Kalkspath, läßt sich aber noch mit dem Messer ritzen.

Siebente Lection.

Ein sehr wichtiges Mineral ist der Gyps; auch er enthält viel Kalkerde und ist schon von Natur ein Hydrat d. h. er hat schon von Natur Wasser; er enthält indeß keine Kohlensäure, wie der Kalkstein, sondern eine andere stärkere Säure, die Schwefelsäure, welche sich nicht so leicht austreiben läßt, wie die Kohlensäure aus dem Kalk; und deshalb braust auch der Gyps nicht, wenn man ihn mit Salzsäure und Essig betupft; hierdurch kann man ihn leicht vom Kalkstein unterscheiden. Der Gyps ist aber auch viel weicher als der Kalk; Ihr könnt ihn mit dem Fingernagel ritzen, was beim Kalkstein nicht möglich ist; der Gyps ist also sehr weich, während der Kalkstein nur weich ist. Wenn Ihr einen Stein findet, welchen Ihr mit dem Fingernagel ritzen könnt, so ist derselbe, mag er roth, grau, weiß sein, in 99 Fällen unter 100 gewiß Gyps; denn die andern sehr weichen Steine sind bei uns doch im Ganzen selten. Ihr habt zwar schon einen sehr weichen Stein kennen gelernt, den Talk; den unterscheidet Ihr aber von Gyps leicht durch seinen Fettglanz und dadurch, daß er sich auch fett anfühlt; Ihr werdet aber nicht viel Talk finden.

Wenn man den Gyps brennt, so wird das in ihm enthaltene Wasser ausgetrieben und man erhält wasserfreien Gyps,

Digitized by Google

welcher wie der Aetzkalk eine sehr große Verwandtschaft zum Wasser hat, dasselbe sehr begierig wieder einsaugt, sich innig mit ihm verbindet und nun wieder zu Gyps erhärtet. Man kann daher auch aus dem Gyps Mörtel machen, welcher sehr viel haltbarer und weißer als der Kalkmörtel ist und noch den Vortheil gewährt, daß man die Wände der Zimmer viel dünner und leichter machen kann. In Frankreich wird sehr viel Gypsmörtel angewandt, wo wir Kalkmörtel verwenden. Wir brauchen den Gyps nur zum Ueberzuge der Zimmerdecken und zu den sogenannten Stuckarbeiten, d. h. den niedlichen Rosetten, Gesimsen, Säulen ꝛc., mit welchen wir unsere Zimmer und Häuser verzieren. Außerdem wird aber auch der Gyps zur Herstellung der Gypsfiguren verwendet; zur Gypsgießerei. Der Gypsgießer überzieht das Modell, welches er abgießen will, mit einem aus gebranntem Gyps und Wasser hergestellten Brei, der schnell fest wird. So erhält er eine Gypsform, in welche er wieder Gyps gießen kann, und in welcher er also so viel Gypsabgüsse seines Modells herstellen kann, als er braucht.

Endlich wird auch der Gyps wie der Kalk und Kalkmergel zum Düngen der Felder verwendet; besonders der Klee wächst sehr schön, wenn man den Acker vorher mit gemahlenem Gyps bestreut hat.

Wenn der Gyps durchscheinend ist, so nennt man ihn Alabaster. Aus demselben werden Kunstgegenstände, Vasen, Schaalen, Uhrgehäuse u. s. w. hergestellt, wie aus dem Marmor; da aber

Digitized by Google

der Alabaster nichts weiter als Gyps ist, so ist er auch sehr weich, läßt sich mit dem Fingernagel ritzen und dadurch leicht vom Marmor unterscheiden.

Den ganz durchsichtigen blättrigen Gyps nennt man Marienglas oder Frauneis; der Fasergyps zeigt zuweilen schönen Seidenglanz.

Nun will ich Euch hier noch einen Stein zeigen, welcher zuweilen dem Kalkstein und Gyps sehr ähnlich ist. Von ersterem unterscheidet er sich aber dadurch, daß er wie der Gyps nicht braust, weil er auch keine Kohlensäure, sondern Schwefelsäure enthält; von letzterem, dem Gyps dadurch, daß er sich mit dem Fingernagel nicht ritzen läßt. Von beiden, Gyps und Kalk unterscheidet er sich aber durch seine große Schwere, und er heißt deshalb Schwerspath, und nun wißt Ihr wieder gleich aus dem Namen, daß er auch blättrig ist; er bildet daher auch sehr häufig tafelförmige Massen. Der Schwerspath ist über 4 mal so schwer als das Wasser, während alle Steine, die wir bisher kennen lernten, nur $2^1/_2$ bis 3 mal so schwer waren. Der Schwerspath begleitet gern die Silber- und Bleierze und kommt daher im Harz, im sächsischen Erzgebirge und in Ungarn sehr viel vor. Die Schwefelsäure ist in ihm nicht mit Kalkerde, sondern mit einer anderen Erdart, der Schwererde oder Baryterde verbunden; er enthält endlich auch kein Wasser, ist also kein Hydrat und man kann ihn nicht zur Mörtelbereituug verwenden.

Von diesem schweren Mineral, dem Schwerspath, gehn

Digitized by Google

wir nun über zu einer ganzen Klasse sehr schwerer Mineralien, den sogenannten Erzen, aus welchen die Bergleute die Metalle, Silber, Kupfer, Gold, Blei, Eisen, Zink, Zinn u. s. w. gewinnen; es giebt also Eisenerze, Bleierze, Kupfererze, Silbererze u. s. w. Da die Metalle sehr schwer sind, so müssen auch die Steine, welche sie enthalten, sehr schwer sein. Hier dieses Eisenerz (Magneteisenstein) ist 5 mal; dieses Bleierz (Weißbleierz) 6 bis $6^1/_2$ mal; dieses Bleierz (Bleiglanz) sogar $7^1/_2$ mal so schwer als das Wasser, während das schwerste Mineral, welches Ihr bis jetzt kennen lerntet, der Schwerspath, nur 4 mal so schwer war als das Wasser. Wenn Ihr also sehr schwere Steine findet, so könnt Ihr immer darauf rechnen, daß Metalle, Eisen, Zink u. s. w. darin stecken, d. h. daß es Erze sind. Hier dieser Stein (Thoneisenstein) z. B. sieht doch ganz aus wie gewöhnlicher Thon, aber fühlt einmal, wie schwer er ist, und vergleicht ihn einmal mit dem gewöhnlichen Thon! es steckt nehmlich Eisen darin. Hier dieser Stein (Weißbleierz) sieht beinahe wie Quarz oder Kalk aus, nur viel glänzender; vergleicht aber einmal, wie viel schwerer er ist! es ist ein Bleierz.

Das Eisen ist $7^1/_2$, das Nickel $8^1/_3$, das Silber 10 bis 11, das Blei $11^1/_2$, das flüssige Queckſilber 13, das Gold und Platin 17 bis 20 mal so schwer, als das Wasser.

Nur wenige Metalle kommen in der Natur rein vor, wie das Platin, Gold, Silber, Queckſilber, Kupfer; die in der Natur vorkommenden reinen Metalle nennt man gediegene Metalle. Die meisten und für den Menschen wichtigsten Metalle, das Eisen,

Digitized by Google

Blei, Zinn, Zink kommen niemals, das Silber und das Kupfer nur sehr selten rein vor; immer — das Silber und Kupfer in der Regel — sind sie in der Erdrinde mit andern Stoffen chemisch verbunden. Aber selbst wenn sie ganz rein vorkommen, wie dieses Kupfer (Silber, Gold) hier, so liegen sie doch nur in feinen Pünktchen, Körnchen, Flitterchen, Drähten, Plättchen u. s. w., das flüssige Quecksilber aber in kleinen Tröpfchen und Perlchen in anderen werthlosen Gesteinarten, wie Ihr hier seht; ich sagte Euch auch schon, daß Silber- und Bleierze im Harz und im sächsischen Erzgebirge sehr häufig mit Schwerspath verbunden vorkommen, welcher selbst kein Metall enthält. Von diesen fremden, nichtmetallischen Stoffen trennt man die Metalle dadurch, daß man die Erze, d. h. die Mineralien, welche die Metalle mit andern Stoffen verbunden enthalten, zuerst pocht oder zerkleinert und dann in den Hüttenwerken, den Eisen-, Silber-, Blei-, Zinkhütten u. s. w. schmilzt. Bei diesem Schmelzen sondern sich die flüssigen, schweren Metalle von den andern Stoffen, mit welchen sie in den Erzen chemisch verbunden sind, und sinken als reine Metalle zu Boden, während die leichteren fremden Stoffe als Schlacken oben schwimmen. Sehr häufig sind in den Erzen die Metalle mit Sauerstoff; sehr häufig auch mit Schwefel verbunden. Die ersteren Erze nennt man Oxyde oder oxydische Erze; die letzteren Schwefelmetalle oder geschwefelte Erze. Diejenigen Erze endlich, in welchen die Metalloxyde mit Säuren (z. B. der Kohlensäure) verbunden sind, heißen gesäuerte Erze.

Digitized by Google

Hier dieses Erz, welches ich Euch schon einmal gezeigt habe, um Euch den dreifachen Blätterdurchgang klar zu machen, enthält Blei und Schwefel. Weil es so glänzend ist, heißt es Bleiglanz. Gewöhnlich enthält es neben dem Blei auch etwas Silber, was man ihm nicht ansehen kann. Der bei Weitem größte Theil des Bleis und Silbers wird aus diesem Bleiglanz gewonnen; es ist also ein außerordentlich wichtiges Erz.

Dieses Erz hier glänzt ebenso schön grau wie der Bleiglanz, ist aber doch kein Bleiglanz. Ihr seht schon, daß ihm die drei aufeinander rechtwinkeligen Blätterdurchgänge des Bleiglanzes fehlen; er hat vielmehr nur einen deutlichen Blätterdurchgang und erscheint aus lauter langen Strahlen oder Spießen zusammengesetzt; deshalb nannten es die alten Bergleute auch Grauspießglanzerz. Es enthält kein Blei, sondern ein anderes Metall, welches viel leichter ist als das Blei, das Antimonmetall; und zwar ist dasselbe in dem Grauspießglanzerz (oder Antimonglanz) ebenfalls mit Schwefel verbunden; das letztere ist daher auch ein Schwefelmetall wie der Bleiglanz und man nennt diese grauen, weichen, blättrigen, glänzenden Schwefelmetalle überhaupt Glanze; so giebt es auch einen Silberglanz, welcher aus Silber und Schwefel besteht; einen Kupferglanz, welcher aus Kupfer und Schwefel besteht. Das Antimonmetall ist giftig, wird aber in manchen Verbindungen in der Apotheke gebraucht; und wird auch dem Blei zugesetzt, um dasselbe härter zu machen. Solches soge-

Digitized by Google

nanntes Hartblei oder Antimonblei*) wird besonders von den Schriftgießern zur Herstellung der Lettern für die Buchdrucker verwendet.

Hier dieses schön gelbglänzende Erz (Schwefelkies) enthält Eisen und Schwefel. Solche schön weiß und gelb glänzende Schwefelerze nennt man Kiese (nicht zu verwechseln mit dem Kies oder Schotter aus den Kiesgruben, der nichts als grober Sand ist). Es giebt also einen Eisenkies, Kupferkies, Arsenikkies u. s. w.; je nachdem in ihnen Eisen, Kupfer, Arsenik u. s. w. mit dem Schwefel verbunden sind.

Man kann dem Kiese auch manchmal schon an der Farbe ansehn, was er enthält. Dieser Schwefelkies oder Eisenkies, ein außerordentlich verbreitetes Mineral, welches auch in den meisten Steinkohlen und Braunkohlen vorkommt, enthält nur Schwefel und Eisen; er hat eine glänzende, graugelbe (speisgelbe) Farbe. Oft ist er von Unwissenden schon für Gold gehalten worden, weil er gelb und glänzend ist; und Euch scheint es beim ersten flüchtigen Blick wohl auch, daß er dem Gold sehr ähnlich ist; aber seht einmal her, das reine schöne Goldgelb sieht doch noch ganz anders aus; nun wird Euch die Farbe des Schwefelkieses sofort blaß, fahl und grau erscheinen, gegen das reine schöne Goldgelb, welches das feinste Goldfünkchen zeigt. Wenn man den Schwefelkies erhitzt, so entwickeln sich Schwefeldämpfe, die

*) 1 Theil Antimon, 4 Theile Blei.

Digitized by Google

man auffangen kann; aus ihnen setzen sich die Schwefelblumen in den Zügen der Schwefelöfen ab und den feinen Schwefelstaub schmilzt man dann zu Stangenschwefel um. Auch Vitriol und Schwefelsäure werden aus dem Schwefelkies gewonnen; der Schwefelkies ist daher ein sehr wichtiges Erz.

Hier dieser tombakbraune, bräunlichgelbe Kies enthält auch nur Schwefel und Eisen, aber viel weniger Schwefel als der Schwefelkies, so daß man Schwefel, Vitriol, Schwefelsäure aus demselben nicht gewinnen kann; er ist also trotz seines schönen Aussehns ganz werthlos. Er unterscheidet sich übrigens vom Schwefelkies dadurch, daß er, wie Ihr hier bemerken könnt, die Magnetnadel ablenkt, was der Schwefelkies nicht thut; und davon hat er den Namen Magnetkies.

Diesen Kies könnt Ihr auch schon durch seine gränlichgelbe oder messinggelbe Farbe vom Schwefelkies unterscheiden; er enthält außer Schwefel und Eisen auch Kupfer und heißt deshalb Kupferkies. Aus ihm wird der größte Theil des Kupfers gewonnen.

Dieser weißglänzende Kies enthält außer Eisen und Schwefel das giftige Arsenikmetall; und heißt deshalb Arsenikkies. Wenn man ihn erhitzt, dann entwickeln sich die giftigen Arsenikdämpfe, aus welchen sich das Giftmehl als feines weißes Pulver an den Wänden und Feuerzügen des Arsenikofens, den Giftkammern, ansetzt. Dieses Giftmehl oder Arsenikmehl ist das bekannte Fliegen- oder Rattengift; auch das Fliegenpapier,

Digitized by Google

welches mit einem Todtenkopf bezeichnet ist, ist in einer Auflösung von solchem Arsenikgift getränkt. Die Arsenikdämpfe riechen wie Knoblauch und sind dem Menschen sehr schädlich. Sehr viel Arsenik ist auch in gewissen Farben z. B. dem Schweinfurther Grün enthalten, vor welchem man sich daher sehr in Acht nehmen muß. Grüne Tapeten, grüne Kleiderstoffe haben schon manchem Menschen Gesundheit und Leben gekostet. Hier dieses schöne rothe Mineral, das Rauschroth, enthält auch viel Arsenik mit Schwefel verbunden. So schön roth es aber auch ist, so ist seine Farbe doch nicht so rein, wie hier die des Zinnobers, welcher aus Schwefel und Quecksilber besteht, und auch sehr giftig ist. Der Zinnober zeigt ein ganz reines Roth, während in der Farbe des Rauschroths — Morgenroth — doch etwas Gelb enthalten ist. Beide Erze, der Zinnober und das Rauschroth, zeigen, wie das Weiß-Bleierz, wenn sie rein und krystallinisch sind, Demantglanz.

Es giebt aber endlich auch Kiese, welche gar keinen Schwefel sondern nur Arsenik und die zwei selteneren Metalle Nickel und Kobalt oder auch Eisen enthalten; hier dieser kupferrothe (Rothnickelkies) und dieser zinnweiße Kies (Weißnickelkies) bestehn aus Arseniknickel; hier dieser stahlgraue Kies (Speiskobalt) aus Arsenik und Kobalt mit etwas Arsenikeisen; hier dieser Arsenikalkies aus Arsenik und Eisen.

Digitized by Google

Achte Lection.

Das wichtigste aller Metalle ist das Eisen und ich will Euch daher heute mit den wichtigsten Eisenerzen bekannt machen. Obgleich der Schwefelkies, wie ich Euch in der vorigen Stunde sagte, Schwefel und Eisen enthält, so gewinnt man das Eisen doch nicht aus dem Schwefelkies; derselbe ist daher eigentlich kein Eisenerz.*) Zur Gewinnung des Eisens verwendet man vielmehr solche Mineralien, welche das Eisen ohne Schwefel enthalten, weil der Schwefel der Güte des Eisens schädlich ist. Solche schwefelfreie Eisenerze sind der Brauneisenstein, der Rotheisenstein, der Eisenglanz, der Magneteisenstein, der Thoneisenstein und der Spatheisenstein oder Eisenspath.

Der Brauneisenstein hat einen braunen Strich, wenn man ihn ritzt; er ist an seiner Schwere und der braunen Farbe leicht zu erkennen und besteht eigentlich nur aus dem gewöhnlichen Eisenrost d. h. einer Verbindung von Eisen und Sauerstoff mit Wasser; er ist also ein Hydrat. Ihm sehr ähnlich ist der Raseneisenstein oder das Wiesenerz, welches sich heute noch auf sumpfigen Wiesen und in Torflagern bildet; es enthält aber Phosphorsäure und Kieselsäure und liefert kein sehr gutes Eisen.

*) In neuerer Zeit soll in Spanien allerdings auch der Schwefelkies nach Abscheidung des Schwefels zur Eisenproduction benutzt werden.

Digitized by Google

Der Rotheisenstein und der Eisenglanz haben kein Wasser und geben einen rothen Strich; sie bestehn nur aus Eisen und Sauerstoff und enthalten 70 Pfund Eisen im Centner; sie sind $4^1/_2$ bis 5 mal so schwer als das Wasser. Der Eisenglanz sieht äußerlich dem Bleiglanz sehr ähnlich; er hat aber, obwohl er auch blättrig ist, nicht den würfligen Bruch des Bleiglanzes und unterscheidet sich von ihm sofort durch den rothen Strich. Der reinste Rotheisenstein ist der sogenannte Glaskopf, welchen Ihr hier seht; er hat seinen Namen von der schön schwarzglänzenden kugeligen Oberfläche und wenn Ihr die Kugeln aufschlagt, so sind sie im Innern ganz strahlig, wie Ihr hier sehn könnt; — der sogenannte Blutstein (Hämatit), mit welchem die Steinmetzen auf den Stein schreiben, ist nichts Anderes als solch ein einzelner Strahl einer größeren Glaskopfkugel.

Der Magneteisenstein hat einen schönen schwarzen Glanz und auch einen schwarzen Strich; in Dannemora in Schweden bildet der Magneteisenstein ganze Felsen. Er ist leicht daran zu erkennen, daß er die Magnetnadel ablenkt, wie der Magnetkies; es ist also ein natürlicher Magnet. Der Magneteisenstein enthält 72 Pfund Eisen im Centner, besteht auch nur aus Eisen und Sauerstoff und ist ungefähr 5 mal so schwer als das Wasser. Der Braun-, Roth-, Magneteisenstein, der Eisenglanz, Glaskopf und Blutstein sind also oxydische Erze.

Das reinste und werthvollste Eisenerz ist der Spatheisenstein oder Eisenspath; er enthält zwar nur 50 Pfund Eisen im Centner,

Digitized by Google

ist nicht ganz 4 mal so schwer als das Wasser, also leichter als der Schwerspath, liefert aber das reinste Eisen und wird deshalb gern zur Stahlfabrikation verwendet. Der Spatheisenstein ist eine chemische Verbindung von Eisen, Sauerstoff und Kohlensäure, wie der Kalkspath eine chemische Verbindung von Kalkmetall, Sauerstoff und Kohlensäure ist. Der Spatheisenstein braust daher auch, wenn man ihn mit Salzsäure betupft und krystallisirt auch, wie der Kalkspath, in Rhomboëdern oder verschobenen Würfeln.

Auch der Thoneisenstein, welcher ganz wie gewöhnlicher Thon aussieht, aber leicht an seiner Schwere zu erkennen ist, liefert ein sehr gutes Eisen.

Das Eisen ist überhaupt ein außerordentlich verbreiteter Stoff; den Sandstein und Sand färbt es roth und gelb; die gelbe Farbe des Lehms rührt auch vom Eisen her; es giebt endlich auch eine grüne Erde, welche viel Eisen und häufig auch Phosphorsäure enthält, so daß sie zum Düngen der Felder benutzt werden kann. Euer eigenes Blut verdankt seine rothe Farbe dem Eisen; überhaupt enthält das Blut aller Thiere, der Saft aller Pflanzen Eisen.

Aus den vorgenannten Eisenerzen gewinnt man zunächst das Gusseisen oder Roheisen, welches sich schmelzen und zu Töpfen, Gittern, Pferdekrippen u. s. w. gießen läßt. Das Roheisen oder Gusseisen ist sehr hart und spröde und ist kein reines Eisen, sondern enthält viel Kohle. Der Schmied und der Schlosser brauchen zu ihren Arbeiten ein viel reineres, weicheres Eisen.

Digitized by Google

das Schmiedeeisen oder Stabeisen, welches nicht schmilzt, fast ganz reines Eisen ist und die wichtige Eigenschaft besitzt, daß es sich in der Weißglühhitze schweißen lässt. Wenn man nehmlich Schmiedeeisen erhitzt, so wird es zunächst rothglühend; wenn man es noch mehr erhitzt, wird es weißglühend und wenn man nun zwei weißglühende Eisenstücke auf einander legt und mit dem Hammer bearbeitet, so schweißen sie zusammen, d. h. sie verbinden sich so fest mit einander, daß man die Verbindungsstelle, Schweißnaht, kaum erkennt. Dem glühenden Schmiedeeisen kann man auch durch Hämmern verschiedene Formen geben; die Radreifen, die Hufeisen der Pferde, die Eisenbeschläge der Eimer, Tröge, Nägel u. s. w. werden aus Schmiedeeisen oder Stabeisen gemacht.

Eine dritte Eisensorte ist der Stahl, welcher zu Sensen, Aexten, Pflugschaaren, Messern, Uhrfedern u. s. w. verwendet wird; er enthält auch etwas Kohle und lässt sich schmelzen, wie das Gusseisen (Gussstahl); er lässt sich auch wie das Schmiedeeisen schweißen; ist aber viel härter; ein Messer oder eine Axt aus Schmiedeeisen würde gleich stumpf werden. In der Regel sind die Werkzeuge der Zimmerleute, Tischler, Bergleute ꝛc., sowie die Messerklingen nur verstählt; d. h. sie bestehn aus Schmiedeeisen und nur die Schärfe oder die Spitze sind von Stahl. Man kann auch gewöhnlichem Schmiedeeisen dadurch einen Stahlüberzug geben, daß man es in Hornspähne einsetzt und glüht; dadurch nimmt es an der Oberfläche Kohle auf und bekommt eine harte Stahlrinde. Den Stahl härtet man dadurch, daß man ihn

Digitized by Google

glühend macht und dann schnell in kaltem Wasser abkühlt, abschreckt. Je nachdem man den Stahl vor dem Abschrecken längere oder kürzere Zeit abkühlen läßt, wird er weicher oder härter und spröder. Wenn man Stahl glüht und dann an der Luft abkühlen läßt, ohne ihn abzuschrecken, so verliert er seine Härte; Ihr könnt das jederzeit bei jedem Schmied sehn. Das gewöhnliche Eisenblech oder Schwarzblech ist auch Schmiedeeisen; das Weißblech, welches der Klemptner verarbeitet, ist ein Eisenblech, welches zum Schutze gegen den Rost mit Zinn überzogen ist; wenn Ihr Weißblech, z. B. einen Blechlöffel, stark erhitzt, dann schmilzt das Zinn herunter und das Blech wird grau und schwarz, wie gewöhnliches Eisenblech.

Hier seht Ihr Schmiedeeisen in Bruch; es ist ganz sehnig und faserig; hier Gußstahl; er ist ganz feinkörnig; hier Gußeisen, welches grobkörnig ist. Hier seht Ihr Schwarzblech; hier Weißblech und hier ein Stück Zinn.

Jetzt aber will ich Euch noch einen sehr merkwürdigen Stein zeigen, welchen Ihr mit Andacht betrachten müßt. Ich sagte Euch schon, daß reines metallisches Eisen auf der Erde nicht vorkommt aus dem sehr einfachen Grunde, weil jedes kleinste Theilchen Eisen, welches sich bilden wollte, eine so große Verwandtschaft zu dem in der Luft befindlichen Sauerstoff und zum Wasser hat, daß es sich gleich als Eisenrost oder Brauneisenstein ausscheidet. Dieser natürliche Stein hier enthält nun wirklich metallisches, nicht mit Sauerstoff verbundenes Eisen, wie Ihr hier bemerken könnt; aber

Digitized by Google

er stammt auch nicht von der Erde her; sondern ist vom Himmel auf die Erde heruntergefallen, es ist ein sogenannter Meteorstein. Früher glaubte man, daß diese Steine, welche auf die Erde fallen, aus dem Monde kämen; jetzt weiß man bestimmt, daß diese Meteorsteine ganz kleine Weltkörper sind, welche in ungeheuren Schwärmen und Bahnen von Millionen Meilen Ausdehnung wie die Planeten und Kometen um die Sonne kreisen. Die Erde fährt zuweilen, wie eine Kanonenkugel in einen Mückenschwarm, in diese Meteorschwärme hinein; dann zieht sie einige Körperchen, welche ihr zu nahe kommen, an und diese fallen dann auf die Erdoberfläche herab und bilden nun einen Theil der Erdrinde. Wenn aber diese Körperchen mit ungeheurer Geschwindigkeit (5 bis 7 Meilen in der Secunde) in die Atmosphäre der Erde gelangen, dann entzünden sie sich und erscheinen uns als Sternschnuppen und Feuerkugeln. Am 10. August (Laurentiusschwarm) und 13. November jedes Jahres kommt die Erde auf ihrer Bahn solchen Meteorschwärmen besonders nahe und deshalb erscheinen dann auch so viele Sternschnuppen, manchmal 80 in einer Stunde.

Einige dieser Meteoriten bestehn aus reinem Eisen, welches nur etwas Nickel enthält, Meteoreisen, wie dieses; andere enthalten das Eisen nur in feinen Drähten oder Punkten, wie dieser Meteorstein, und bestehn im Uebrigen aus einer Steinmasse, welche gewissen auf der Erde vorkommenden Steinarten gleicht. Man kann daher schließen, daß alle um unsere Sonne kreisende Weltkörper aus denselben Stoffen bestehn und deshalb auch

Digitized by Google

einen gleichen Ursprung, gleiche Entstehung, haben. Kein einziger der vielen auf die Erde herabgefallenen Meteorsteine enthält Stoffe, welche nicht auch sonst auf der Erde vorkämen. Man hat übrigens aus gewissen Eigenschaften des Lichts erkannt, daß unsere irdischen Stoffe sogar auf den Milliarden Meilen entfernten Fixsternen z. B. auf dem über 4 Billionen Meilen entfernten Sirius vorhanden sind.

Ein zweites sehr wichtiges und schönes Metall ist das Kupfer. Ich habe Euch schon das wichtigste Kupfererz, den messinggelben Kupferkies gezeigt. Hier diese beiden schön grün und blau gefärbten Mineralien sind auch Kupfererze und das Kupfer verräth sich sehr häufig durch solche grüne und blaue Farben, wie sich das Eisen durch die rothen und gelben Ockerfarben verräth. Dies grüne Kupfererz heißt Malachit, dieses blaue: Kupferlasur. Es giebt zwar auch eine blaue Eisenerde, die sich noch heute in Torflagern bildet, wie der Raseneisenstein auf den Wiesen. Wenn Ihr aber hier beide Mineralien, die Kupferlasur und die Blaueisenerde vergleicht, so werdet Ihr doch einen Unterschied finden; die erstere ist viel dunkler, röthlich-blau; (veilchenblau, violblau) die Blaueisenerde viel lichter und matter in der Farbe; mehr himmelblau.

Ein sehr wichtiges Kupfererz ist auch der Kupferschiefer, welcher äußerlich gar nicht wie ein Erz aussieht; seine Hauptmasse ist auch nur ein durch Kohle gefärbter Kalkschiefer und doch kann man aus ihm viel Kupfer und Silber schmelzen; das geschieht seit 700 Jahren in Eisleben im Mansfeldischen; von ihm stammen

Digitized by Google

also die bekannten Segenthaler her, auf welchen steht: „Segen des Mansfelder Bergbaus“; (Luthers Vater war auch ein Mansfelder Bergmann). — Ihr seht also, daß oft ein ganz unscheinbarer Stein sehr werthvolle Metalle einschließen kann.

Zwei für den Menschen wichtige Metalle sind ferner das Zinn und das Zink.

Das Zinn wird aus dem Zinnstein gewonnen, welcher im sächsischen Erzgebirge, in Cornwallis und auf der Insel Banka (bei Sumatra) vorkommt; derselbe ist reines Zinnoxyd d. h. also eine chemische Verbindung von Zinn mit Sauerstoff (oxydisches Erz) und ist sehr leicht an seiner schönen, glänzend braunen Farbe zu erkennen. Der Zinnstein krystallisirt in 4seitigen Säulen, auf denen eine 4flächige stumpfe Spitze sitzt, und zwar kommt er in der Regel in Zwillingskrystallen (Zinnzwittern) vor; d. h. zwei Säulen stoßen schief zusammen und bilden einspringende Winkel (Zinngraupen, Visirgraupen vom Visir der alten Ritterhelme).

Dem Zinnstein ist die Zinkblende sehr ähnlich, aus welcher das Zink gewonnen wird. Auch sie ist braun und stark glänzend; zuweilen durchsichtig mit Demantglanz. Sie unterscheidet sich aber vom Zinnstein durch 6 sehr deutliche Blätterdurchgänge. Daher krystallisirt sie auch meistentheils in Formen mit 12 Krystallflächen, von denen immer je zwei einem ihrer sechs Blätterdurchgänge parallel liegen, (ähnlich dem Granat). Die Zinkblende ist eine chemische Verbindung von Zink und Schwefel, also ein Schwefelmetall und man kann aus ihr, wie aus dem Schwefelkies, Schwefel

Digitized by Google

und Schwefelsäure gewinnen; häufig enthält sie auch Silber. Ein großer Theil des Zinks wird aber aus einem andern Zinkerz, dem Galmey gewonnen, welcher eigentlich nichts ist als ein zinkhaltiger Thon oder Kalk; wie etwa der Thoneisenstein ein eisenhaltiger Thon ist; er ist daher auch nicht leicht zu erkennen, weil das höhere Gewicht ihn wohl vom gewöhnlichen Thon aber nicht vom Thoneisenstein unterscheidet; je nach der Farbe unterscheidet man weißen und rothen Galmey; der letztere verdeckt seine rothe Farbe wiederum dem Eisen.

Endlich seht Ihr hier noch zwei ziemlich häufige, ebenfalls graugläzende, aber nicht blättrig, sondern mehr büschelförmig gebaute Erze; es sind Manganerze, weil sie ein Metall enthalten, welcher Mangan heißt. Dieses Manganmetall findet als solches zwar keine Verwendung, nichts destoweniger sind die Manganerze sehr wichtig, weil sie in chemischen Fabriken zur Bereitung des Chlorgases und auch zur Herstellung von Farben vielfach verwendet werden. Wenn man nehmlich diese Manganerze, welche viel Sauerstoff enthalten, mit Salzsäure begießt, welche viel Chlor enthält, so entwickelt sich das Chlorgas.

Das eine Manganerz (Pyrolusit) ist sehr weich; Ihr könnt es mit dem Fingernagel ritzen und sogar mit ihm schreiben; es hat einen grauen bis schwarzen Strich und heißt daher auch Graubraunsteinerz; ihm fehlt der deutliche Blätterdurchgang des Grauspießglanzerzes, deshalb kommt es auch nicht in so breiten Strahlen, sondern mehr in feinen Büscheln vor; ist aber überhaupt viel weicher und dunkler wie das Grauspießglanzerz.

Digitized by Google

Das andere Manganerz (Manganit) ist etwas härter als das Graubraunsteinerz, aber immer noch weich; es unterscheidet sich aber von ihm leicht durch seinen braunen Strich und heißt daher Braunstein. Beide Manganerze sind Verbindungen von Mangan mit Sauerstoff (oxydische Erze); der Braunstein enthält auch Wasser, ist also ein Hydrat. Auch ein drittes Manganerz kommt sehr häufig vor, das Hartmanganerz (Polianit) welches Quarzhärte besitzt, ob es gleich in der chemischen Zusammensetzung mit dem ganz weichen Pyrolusit übereinstimmt.

Da wir einmal von Erzen und Metallen sprechen, so will ich Euch hier noch einige Metalle zeigen. Zunächst seht Ihr hier das merkwürdige Quecksilbermetall, welches flüssig ist und sich durch seine große Schwere auszeichnet. Wenn man dasselbe mit andern Metallen, z. B. Gold, Silber, Zinn, Kupfer u. s. w. in Berührung bringt, so verbindet es sich mit ihnen zu einem festen Körper von metallischen Aussehn, den man Amalgam nennt. Es giebt also Goldamalgam, Silberamalgam u. s. w. Die Spiegel werden dadurch hergestellt, daß man das Glas auf der einen Seite mit einer undurchsichtigen aber doch sehr hellen und glänzenden Schicht von Zinnamalgam, der Folie, überzieht. Auch das sogenannte Mützenpulver, welches man in der Apotheke erhält und mit welchem man kupferne Gegenstände sofort weiß machen kann, enthält Quecksilber mit Kreide vermischt; und bildet, wenn man es mit kupfernen Gegenständen in Berührung bringt, sofort weißes Kupferamalgam. Das Quecksilber und daher auch die Spiegel-

Digitized by Google

folie und das Mützenpulver, sind aber sehr giftig, man darf diese Stoffe also nicht an die Lippen bringen.

Ferner seht Ihr hier Blei, Zinn und Zink. Das Blei ist das schwerste und weichste von den dreien; das Zinn unterscheidet sich von den beiden andern durch seine schöne, weiße Farbe; es rostet auch nicht; und man machte auch früher — in einigen Gegenden geschieht es noch heute — Teller und Tablets, Kannen und Tassen von Zinn. Das Blei würde man nicht zur Herstellung von Tellern, Tassen, Trinkgeschirren verwenden dürfen, weil es giftig ist, wie das Kupfer, welches den giftigen Grünspahn ansetzt; nur in den Zinndeckeln der Bierkuffen mischt man das Zinn bis nahe zur Hälfte mit dem billigeren Blei. Das Stanniol (Zinnfolie), in welches Seife, Chokolade und Käse eingewickelt werden, um sie vor Feuchtigkeit zu schützen, ist ganz fein gewalztes reines Zinn. Das feinste Zinn ist das Blockzinn.

Aus Kupfer und Zink wird das Messing zusammengeschmolzen; wenn man etwas mehr Kupfer dazu nimmt, so erhält man den Rothguß oder das Rothmessing; aus Kupfer und Zinn wird die Bronze, das Kanonenmetall und das Glockengut zusammengeschmolzen. *)

*) Messing: 71 Kupfer 29 Zink.
Rothguß: 85 Kupfer 15 Zink.
Bronze: 85—97 Kupfer 3—15 Zinn.
Kanonenmetall: 90 Kupfer 10 Zinn.
Glockengut: 75—80 Kupfer 20—25 Zinn.
Neusilber: 2 Kupfer 1 Nickel, 1 Zink.

Digitized by Google

Lange bevor die Menschen das Eisen kannten und schmelzen und verwenden konnten verstanden sie es, Kupfer und Zinn zu Bronze zusammenzuschmelzen und aus derselben Waffen, Schmucksachen und Werkzeuge herzustellen. Man findet solche bronzene Gegenstände in vorgeschichtlichen Grabstätten; aber nur sehr vereinzelt zusammen mit den Steinwerkzeugen, von welchen ich Euch erzählt habe. Hieraus schließt man, daß die Menschen aufhörten, sich Steinmesser, Steinäxte nnd Steinwaffen zu machen, als sie es verstanden, diese Gegenstände aus Bronze herzustellen. Die Zeitperiode, in welcher die Menschen die Bronze zu Waffen und Werzeugen verwendeten, nennt man die Bronzezeit; dieselbe folgt also auf die Steinzeit; und da wir diese Gegenstände jetzt aus Eisen und Stahl herstellen, so leben wir in der Eisenzeit. Also: Steinzeit — Bronzezeit — Eisenzeit.

Da zu den neuen Reichsmünzen zum Theil Nickel verwendet wird, so müßt Ihr auch von diesem Metall etwas hören. Dasselbe ist, wie Ihr hier (Würfelnickel) sehn könnt, silberweiß, aber viel leichter als Silber; das Neusilber besteht aus Nickel, Kupfer und Zinn; in der Natur verräth sich das Nickelmetall häufig durch apfelgrüne Färbung (Nickelocker, Nickelblüthe), wie das Eisen durch gelbe und rothe und das Kupfer durch blaue und blaugrüne Farben; kommt aber auch als blankes schönes Erz vor (Weißnickelkies, Rothnickelkies). Der durch Nickel grün gefärbte Kiesel ist der als Edelstein hochgeschätzte Chrysopras. Das mit dem Nickel in der Natur häufig vorkommende Kobaltmetall verräth sich

Digitized by Google

durch blaß rosenrothe Farben (Kobaltbeschlag, Kobaltblüthe); das Glas wird durch Kobalt blau gefärbt (Smalte).

Neunte Lection.

Heute kommen wir zu zwei eigenthümlichen Klassen von Mineralien; die einen lösen sich im Wasser auf; es sind die Salze; die andern lassen sich verbrennen; es sind die verbrennlichen Mineralien.

Unter den Salzen ist das wichtigste das Steinsalz; Ihr könnt es sogleich am Geschmack erkennen, wenn Ihr es an die Zunge bringt. Das Steinsalz kommt in ungeheuren, viele tausend Fuß starken Massen vor, z. B. in Wieliczka in Galizien, in Staßfurth bei Magdeburg und in Sperenberg unweit Berlin, wo man über 1100 Meter, also über $^1/_7$ Meile tief im Steinsalz gebohrt hat, ohne es zu durchbohren. Offenbar haben sich diese Steinsalzmassen aus vorweltlichen Meeren niedergeschlagen, deren Wasser, wie das Wasser der heutigen Meere, salzig gewesen sein muß. Das Steinsalz ist wasserhell, weiß, wie dieses, zuweilen aber auch roth und blau; und ist den Menschen wie den Thieren ganz unentbehrlich. Kein Mensch und kein Säugethier kann, ohne Salz zu sich zu nehmen, leben.

Das gewöhnliche Speisesalz oder Kochsalz wird aber in der Regel nicht direkt aus dem Steinsalz, sondern aus salzigen Quellen, den sogenannten Soolquellen gewonnen, welche an vielen Orten

Digitized by Google

vorkommen und sich durch gewisse Pflanzen, die Salzpflanzen verrathen, die gern in der Nähe von Soolquellen wachsen. Solche Pflanzen erkennt man leicht daran, daß sie, getrocknet, mit Salz beschlagen.*) Die Soolquellen haben auch ihren Ursprung in Steinsalzlagern oder salzigen Erdschichten, welche in der Tiefe verborgen sind. Wenn man die Salzsoole kocht, was in den Siedepfannen der Salinen geschieht, dann verdampft das Wasser und es schlägt sich das Salz in kleineren oder größeren Krystallen nieder.

Mit dem Steinsalz kommen zuweilen auch die wichtigen Kali- oder Düngesalze vor, welche man zum Düngen der Felder verwendet.

In manchen Gegenden ist der Boden so salzhaltig, daß er bei langer Trockenheit ganz mit Salz beschlägt, wie z. B. am kaspischen Meere und in den Salzsteppen des südlichen Russlands. In Ungarn giebt es Gegenden, wo der Boden mit einem anderen, dem Kochsalz verwandten Salz, dem Natron, Trona oder Soda beschlägt, welches man gewinnt und gut verwerthet; in noch andern Gegenden blüht aus dem Boden der Salpeter aus, welcher zur Herstellung des Schießpulvers und anderer Sprengmittel, so wie von den Goldarbeitern beim Schmelzen des Goldes gebraucht wird. Alles dies sind natürliche Salze.

Aus gewissen schwefelhaltigen, in der Regel schwarzen, Thonarten und Thonschiefern gewinnt man durch Auslaugung den

*) Die wichtigsten Salzpflanzen sind Salicornia herbacea, Poa salina, Salsola Kali, Glaux maritima, Aster Tripolium.

Digitized by Google

Alaun, welcher in schönen Krystallen anschießt und sich durch seinen zusammenziehenden, eigenthümlichen Geschmack verräth.

In die Klasse der Salze gehören auch die sogenannten Vitriole. Wenn man verschiedene Metalle in Schwefelsäure auflöst und dann die Lösung langsam verdunsten läßt, so schießen die Vitriolkrystalle an. Der Kupfervitriol ist blau, der Eisenvitriol grün; sie zerfressen Zeugstoffe und Papier, welches man mit ihnen in Berührung bringt. Die Vitriole kommen zwar auch in der Natur vor, aber nicht in der Menge und so rein, wie sie in verschiedenen Fabriken, besonders von den Färbern und Kattundruckern gebraucht werden; man stellt sie daher in großen Vitriolhütten künstlich dar.

Hierbei ist es recht merkwürdig, daß die verschiedenen Metalle eine verschiedene Verwandtschaft zur Schwefelsäure haben. Wenn man z. B. in eine Lösung von Kupfervitriol ein Stück Eisen hält, so überzieht es sich ganz mit Kupfer und man nennt ein solches, aus der Vitriollösung ausgefälltes, Kupfer Cementkupfer. Hier in dieses Gläschen mit Wasser werfe ich etwas Kupfervitriol und stelle nun diesen eisernen Nagel hinein; wir brauchen nicht lange zu warten, so hat er sich so weit, als er in die Kupfervitriollösung eingetaucht war, mit schönem rothem Kupfer überzogen. Ich werde das Gläschen bis morgen stehn lassen, dann werdet Ihr sehn, daß die schöne blaue Farbe des Kupfervitriols verschwunden ist und daß die Flüssigkeit nun grün ist, weil sie alles Kupfer verloren hat und Eisenvitriol geworden ist. Das kommt nun daher, daß

Digitized by Google

die Schwefelsäure eine größere Verwandtschaft zum Eisen hat, als zum Kupfer; sie läßt also das mit ihr im Kupfervitriol verbundene Kupfer los, welches sich ausscheidet und nimmt dafür einen entsprechenden Theil des Eisens, mit welchem sie sich zu Eisenvitriol verbindet; und dieser entsprechende Theil Eisen ist eine ganz bestimmte Gewichtsmenge, welche zu der sich ausscheidenden Gewichtsmenge Kupfer in einem ganz bestimmten festen Verhältniß steht. Das Eisen kann man wieder durch Zink ausfällen u. s. w.

So viel von den löslichen Mineralien oder Salzen.

Die verbrennlichen Mineralien erkennt man daran, daß sie sich verbrennen lassen, wenn sie auch nicht alle mit lebhafter, heller Flamme brennen, sondern zuweilen nur glühn.

Zunächst zeige ich Euch hier ein Mineral, welches Ihr an seiner schönen schwefelgelben Farbe gewiß sogleich als Schwefel erkennt. An jedem Schwefel- oder Streichhölzchen könnt Ihr sehn, daß der Schwefel mit einer schönen blauen Flamme brennt und dann einen stechenden, zum Husten reizenden, Geruch hat; die Schwefeldämpfe sind aber der Gesundheit durchaus nicht schädlich. Hier seht Ihr nun, wie der Schwefel in der Natur vorkommt; man nennt diesen natürlichen Schwefel, welcher sich durch seinen Fettglanz auszeichnet, gediegenen Schwefel. Den meisten Schwefel liefert Sicilien. Man kann aber den Schwefel auch aus den Erzen gewinnen, welche viel Schwefel enthalten; z. B. dem Schwefelkies, dem Kupferkies, dem Bleiglanz, der Zinkblende. Wenn man diese Erze stark erhitzt, entweichen Schwefeldämpfe und

Digitized by Google

wenn man diese anzündet, so bilden sich auch die blauen Schwefelflämmchen, und es setzen sich feine Schwefelkrystalle oder Schwefelblumen an. Mancher Bleiglanz hat so viel Schwefel, daß er sich an jedem Licht anzünden läßt; er gehört aber doch nicht zu den verbrennlichen Mineralien, weil er sich nicht verbrennen läßt; es ist nur der ihm beigemengte Schwefel, welcher brennt.

Auch dieses schwarz und grau glänzende Mineral verbrennt, wenn man es stark erhitzt, aber nicht mit heller Flamme, es glüht vielmehr nur. Es ist reine Kohle und heißt Graphit, vom griechischen Wort graphein — schreiben, weil man damit schreiben kann (Ihr dürft, um den Namen zu behalten, nur an das Wort Geographie — Erdbeschreibung denken). Ihr selbst schreibt alle Tage mit diesem Graphit, denn Eure sogenannten Bleistifte oder Bleifedern enthalten keine Spur Blei, sondern sind reiner Graphit. Von der Steinkohle unterscheidet sich der Graphit äußerlich dadurch, daß er blättrig, außerordentlich weich und glänzend ist; zuweilen hat er so lebhaften Glanz, daß er beinahe wie Bleiglanz aussieht. Das feine, weiche Graphitpulver benutzt man zum Putzen von Metallgegenständen, zum Kitten und zum Anstrich.

Auch der Diamant ist reine Kohle und lässt sich in sehr großer Hitze ohne alle Asche verbrennen, aber auch ohne Flamme; er gehört also auch zu den verbrennlichen Mineralien eben so gut, wie man ihn wegen seiner großen Härte zu den Edelsteinen rechnen kann; wenn er verbrennt, so verbindet sich der Kohlen-

Digitized by Google

stoff, aus welchem er besteht, mit dem Sauerstoff der Luft zu der Euch schon bekannten Luftart Kohlensäure; dasselbe ist auch der Fall beim Verbrennen des Graphits und aller Kohlen und Leuchtstoffe, welche alle Kohlenstoff enthalten, und beim Verbrennen Kohlensäure liefern.

Endlich nenne ich Euch als verbrennliche Mineralien die beiden wichtigen mineralischen Kohlen, die Steinkohle und die Braunkohle. Beide sind zwar Mineralien, weil sie zu den die Erdrinde zusammensetzenden leblosen Stoffen gehören, aber sie sind doch keine eigentlichen Steine, denn sie waren einmal lebendig als schöne grüne Bäume, Kräuter und Schlingpflanzen. Es sind nehmlich nur verkohlte vorweltliche Pflanzen, welche zu einer Zeit wuchsen, in welcher es noch keine Menschen auf der Erde gab. Die Pflanzen und Bäume, aus welchen sie entstanden sind, kommen heute nicht mehr auf der Erde vor; indessen sind sie den heutigen Pflanzen doch mehr oder weniger ähnlich, wie wir später noch sehn werden; und zwar stehn diejenigen Pflanzen, deren Kohle die Braunkohle ist, unsern heutigen Pflanzen und Bäumen schon außerordentlich nahe.

Hier seht einmal her! Ist das nicht das reine Holz, könnt Ihr nicht die Jahresringe zählen, wie bei unserm gewöhnlichen Holz. Das Braunkohlenholz oder fossile Holz ist aber viel weicher und zerreiblicher als das Holz von unsern lebenden Bäumen, und wenn man auch versucht hat, das Braunkohlenholz zu poliren, so hält sich wegen der großen Weichheit die Politur doch nicht, wie

Digitized by Google

bei unserm Mahagoni-, Eichen- und Birkenholz. Auch in den schwarzen glänzenden Steinkohlen kann man zuweilen kleine Partieen solcher förmlichen Holzkohlen wahrnehmen, welche von fichtenartigen Bäumen herrühren. Alle Steinkohlen und Braunkohlen lassen beim Verbrennen wie unser Holz Asche zurück; je weniger Asche sie geben, desto besser sind sie; sie unterscheiden sich dadurch vom Graphit und Diamant, welche ohne Aschenrückstand verbrennen, weil sie reiner Kohlenstoff sind. Aus den Steinkohlen wird das Leuchtgas gewonnen, und das was nach der Gewinnung des Gases zurückbleibt, sind die Koks; es sind also entgaste Steinkohlen.*) Sie geben eine noch größere Hitze als die Steinkohlen; die Steinkohlen geben eine größere Hitze als die Braunkohlen; 2 bis 3 Hektoliter Braunkohlen geben erst so viel Hitze, als ein Hektoliter Steinkohlen.

Hier seht Ihr auch ein Harz von solchen vorweltlichen Fichten; es ist der schöne Bernstein, welcher auch zu den verbrennlichen Mineralien gehört, denn er brennt, wie Ihr hier seht, mit lebhafter, russender Flamme; er ist leicht kenntlich an seinem schönen Geruch, welcher ihn von allen andern jetzt- und vorweltlichen Harzen unterscheidet; in jedem Räucherpulver ist Bernstein; wie alle Harze ist er auch elektrisch; er zieht, wenn man ihn reibt, kleine

*) Der Lehrer kann in den Kopf einer Thonpfeife fein pulverisirte Steinkohle füllen, ihn mit Lehm oder Thon verschließen und im Ofen oder über einer Spiritusflamme erhitzen, so wird er bald das dem Pfeifenrohr entströmende Leuchtgas anzünden können.

Digitized by Google

Papierschnitzel an; bei den alten Griechen hieß er Elektron und die Elektricität hat von ihm ihren Namen, weil man an ihm zuerst elektrische Eigenschaften wahrnahm. Daß er aber nichts weiter als ein vorweltliches Fichtenharz ist, hat man daran erkannt, daß er zuweilen mit und in vorweltlichem Fichtenholze vorkommt, und dann, wie das heutige Harz, besonders zwischen Holz und Rinde sitzt. Der Bernstein wird in ungeheuren Massen von der Nordsee, dem nördlichen Eismeer, besonders aber von der Ostsee ausgeworfen. Auf ihrem Grunde befinden sich nehmlich Erdschichten, welche sehr viel Bernstein enthalten; daran wühlt sie bei jedem Sturm und da der Bernstein nur sehr wenig schwerer als das Wasser ist, so wird er von den Wellen getragen und ans Land geworfen. Solche Erdschichten mit vielem Bernstein finden sich aber auch im Lande, besonders in Ostpreußen in der Gegend von Pillau; und sehr häufig findet er sich auch in unserem gewöhnlichen Sande, der wie Ihr schon wißt ja auch von einem vorweltlichen Meere gebildet worden; ein Beweis daß dieses vorweltliche Meer, wie die Ostsee, in seinem Grunde solche bernsteinreiche Erdschichten barg.

Da wir aber vom Harz sprechen und aus dem Harz, wie Ihr wisst, Pech gemacht wird, so will ich Euch auch ein mineralisches Pech zeigen, das sogenannte Judenpech oder den Asphalt; welchen man wie Pech schmelzen und verbrennen kann. Er kommt hauptsächlich am todten Meere im alten Lande der Juden vor, darum nennt man ihn Judenpech.

Zum Schluß nenne ich Euch als verbrennliches Mineral noch

Digitized by Google

das wohlbekannte Petroleum oder Steinöl, Erdöl, Naphta. Da es in der Erdrinde vorkommt, so ist es, ob es gleich flüssig und sogar leichter als das Wasser ist, doch ein Mineral und da es verbrennt, gehört es zu den verbrennlichen Mineralien. Wie wir aus unserm Fichtenharz das flüssige Terpentinöl gewinnen, so hat sich das Stein- oder Erdöl aus den vorweltlichen Pflanzen auf natürlichem Wege durch Druck und Wärme entwickelt.

Wie man ferner aus dem Holz unserer heutigen Bäume den Theer schwält, so kann man auch aus gewissen theerreichen Braunkohlen, den sogenannten Schwälkohlen, heute noch das Petroleum oder Steinöl herausschwälen. Dieses aus den Braunkohlen herausgeschwälte Petroleum nennt man Solaröl, Photogen. Das meiste Petroleum kommt aus Nordamerika und zwar aus Pensylvanien. Auch am kaspischen Meere giebt es sehr viel Petroleum und in Baku brennt das große und kleine heilige Feuer aus der Erde; welches auch nichts Anderes, als eine brennende Petroleumquelle ist, von den Anhängern des Zoroasters aber angebetet wird. Sehr viel Petroleum findet sich auch in der Gegend von Lemberg in Gallicien und auch in Deutschland giebt es sehr viele Petroleumquellen. Das Erdpech oder der Asphalt ist wahrscheinlich aus Petroleum entstanden, welches an der Luft eingetrocknet und dick und fest geworden ist.

Wir haben also eigentlich 4 Klassen von Mineralien bis jetzt kennen gelernt, welche Ihr Euch für die Zukunft merken könnt:

Digitized by Google

1) die nichtmetallischen, unlöslichen und unverbrennlichen Mineralien, die Steine;
2) die metallischen Mineralien, die Erze;
3) die im Wasser löslichen Mineralien, die Salze;
4) die verbrennlichen oder brennbaren Mineralien, Inflammabilien.

In der ersten Klasse haben wir zur leichteren Uebersicht folgende Abtheilungen gebildet; die Edelsteine oder sehr harten Steine; dann betrachteten wir den Quarz oder Kieselstein, welcher reine Kieselsäure ist; und dann eine Gruppe von Mineralien, den Feldspath, Glimmer, Talk und die Hornblende, welche die Kieselsäure in Verbindung mit verschiedenenen Erden oder Basen, der Kalkerde, Thonerde, Talkerde enthielten. Solche Verbindungen der Kieselsäure mit verschiedenen Erden oder Basen nennt die Chemie Silicate; sie zeichnen sich im Allgemeinen durch ihre Härte aus; auch die Edelsteine sind zum großen Theil Silicate; ebenso ist unser Glas ein Silicat, aber ein künstliches; in ihm ist die Kieselsäure mit verschiedenen Stoffen, (Natron, Kali, Metalloxyden) verbunden. Die Zeolithe, welche sehr zarte glänzende Krystalldrusen bilden, und zuweilen die Wände der Druſenräume mit ganz dicht gruppirten feinen weißen Nadeln, wie mit einem weißen Sammet überziehn (Natrolith) sind auch Silicate, enthalten aber Wasser und sind daher zu gleicher Zeit Silicate und Hydrate. Eine vierte Gruppe in der ersten Klasse bildeten die kalkhaltigen Mineralien, der Kalkspath, Gyps, Apatit,

Digitized by Google

Phosphorit, in welchen die Kalkerde mit verschiedenen Säuren verbunden ist; und an diesen schloß sich endlich der Schwerspath, in welchem die Schwer- oder Baryterde mit einer Säure verbunden ist.

In der zweiten Klasse der metallischen Mineralien unterschieden wir gediegene Metalle, oxydische Erze, geschwefelte Erze (Glanze, Kiese) und gesäuerte Erze oder Metallsalze. Man kann aber auch nach den Metallen, die aus den Erzen gewonnen werden, unterscheiden: Silber-, Blei-, Kupfer-, Eisen-, Zink-, Zinn-, Manganerze u. s. w.

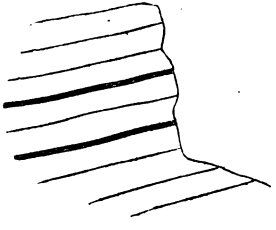
In der dritten Klasse, den im Wasser löslichen Mineralien haben wir die eigentlichen Salze getrennt von den Vitriolen, in welchen Metalloxyde mit Schwefelsäure und Wasser verbunden sind. Die Vitriole sind also eigentlich auch Metallsalze; man rechnet sie aber nicht zu den Erzen, weil sie (abgesehn vom Cementirungsproceß) nicht zur Gewinnung der Metalle benutzt werden; d. h. in den Schmelzöfen der Hütten nicht verschmolzen werden und weil sie im Wasser löslich sind.

In der vierten Klasse brauchen wir keine Gruppen zu bilden, die wenigen Mineralien, Schwefel, Diamant, Graphit, Bernstein, Asphalt lassen sich leicht übersehn, nur fassen wir die Stein- und Braunkohlen unter der gemeinschaftlichen Bezeichnung Mineralkohlen zusammen.

Digitized by Google

Zehnte Lection.

Nachdem Ihr nun die wichtigsten Mineralien kennen gelernt habt, will ich Euch sagen, wie dieselben in der Erdrinde vorkommen und wie die letztere überhaupt zusammengesetzt oder aufgebaut ist.*)



Wenn man die Felsen näher betrachtet, so bemerkt man bald, daß eine große Anzahl derselben aus parallel übereinander liegenden Schichten besteht, welche bald dünner, bald dicker, bald weniger, bald stärker geneigt sind, man nennt solche Gesteine geschichtet. Da nun in den geschichteten Gesteinen sehr häufig Abdrücke von Fischen, Muscheln, Korallen ꝛc., kurz von Thieren gefunden werden, welche nur im Wasser leben können, so müssen sich diese geschichteten Gesteine ursprünglich im Wasser gebildet haben; und in der That setzen sich heute noch solche Steinschichten im Meere und in Landseen ab. Solche in Wasser abgesetzte Gesteine nennt man neptunische, weil der göttliche Beherrscher des Meeres bei den alten Griechen Neptun hieß.

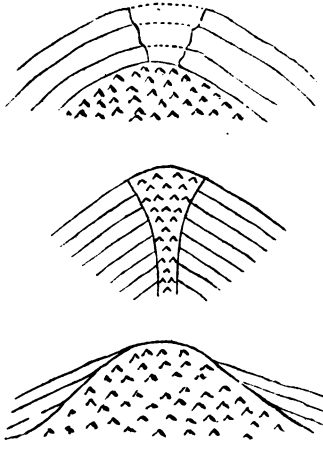
Wenn aber diese Schichten aus dem Wasser niedergeschlagen sind, dann müssen sie auch ursprünglich horizontal gelegen

*) Die nebenstehenden Figuren sind an die Tafel zu zeichnen.

Digitized by Google

haben; und ihre jetzige schiefe oder geneigte Lage muß durch spätere Ursachen hervorgerufen sein; diese Ursachen sind folgende.

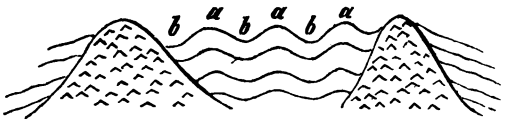
Unter den geschichteten Steinen findet man sehr häufig andere, nicht geschichtete, Gesteine, welche aus der Tiefe hervorgedrungen sind; jene offenbar durchbrochen und gehoben haben, wie diese Figuren zeigen. Die ursprünglich im Wasser horizontal abgelagerten Felsschichten haben also ihre geneigte Lage vielfach durch spätere Hebung erhalten. In andern Fällen haben sich die Schichten auch auf einer Seite gesenkt; auch hierdurch mußte eine geneigte Lage entstehn; Hebung und Senkung sind also die Hauptursachen der geneigten Stellung der Gebirgsschichten.



Wenn aber an zwei Stellen zwei Berge emporstiegen, so wurden die zwischen ihnen liegenden Felsschichten auch von der Seite zusammengedrückt und geknickt und mußten sich falten. So entstanden Wellenlinien, wie diese

Digitized by Google

Figur zeigt, oder Gebirgsfalten; Sättel (aa) mit dazwischen



liegenden Mulden (bb).

Diese aus der Tiefe aufgestiegenen, nicht geschichteten Felsmassen nennt man ungeschichtete oder massige oder auch Eruptiv-Gesteine; sieht man doch heute noch die geschmolzene Lava bis über 3000 Meter hoch in den Vulkanen bis zu deren Krater in die Höhe steigen und daselbst überfließen.

a Krater; bb alte Schichten von Lava und vulkanischem Schutt; c flüssige Lava; d neue Kegel von Lava und Schutt; e neuer Lavastrom.

Ihr könnt Euch also zunächst zweierlei Gesteine merken, die geschichteten, aus dem Wasser abgesetzten, und die aus dem heißen Erdinnern aufgestiegenen, ungeschichteten oder massigen Gesteine. Zu den ersteren gehören Thonschiefer, Kieselschiefer, Kalkstein, Sandstein, Conglomerat, Steinkohlen, Braunkohlen, Kreide, Thon, Steinsalz, Gyps, welche Ihr alle schon kennen gelernt habt. Zu den andern gehört der Granit, Syenit, die Ihr auch schon kennt, und dieser schwarze Stein hier, der Basalt. Wenn der Basalt auch dem unbewaffneten Auge als gleichförmige Masse erscheint, so erkennt

Digitized by Google

man doch, wenn man ihn in dünne Platten schleift und unter dem Mikroskop betrachtet; daß auch er aus verschiedenen Mineralien zusammengesetzt ist, wie der Granit und Syenit. Ebenso gehören zu den plutonischen Gesteinen der Porphyr und der Mandelstein und ferner die Lava, welche heute noch aus der Tiefe heraufsteigt; der Bimstein, welcher schwimmt und nichts als eine poröse geschmolzene Lavamasse, von glasähnlicher Beschaffenheit ist, deren hellere Farbe nur davon herrührt, daß sie weniger Eisen enthält, als die schwarze, basaltische Lava und der Obsidian. Diese Gesteine, Lava, Bimstein und Obsidian, welchen man schon ansieht, daß sie geschmolzen waren, und auch den Basalt, welcher, wie man oft sehr deutlich beobachten kann, wie unsere heutige Lava aus der Tiefe heraufgestiegen und oben übergeflossen ist, und noch einige andere Gesteine, die ich Euch nicht alle herzählen kann, nennt man vorzugsweise vulkanische, weil ihr Vorkommen ganz und gar der aus unsern heutigen Vulkanen herausfließenden Lava entspricht; und die alten Griechen glaubten, daß der Gott Vulkan im Innern der Berge Schmiedearbeiten betreibe. Granit, Syenit, Porphyr, Grünstein, Mandelstein, bei welchen man die Schmelzung und das Uebergeflossensein nicht so deutlich wahrnimmt, nennt man plutonische Gesteine.

Nun giebt es aber noch eine dritte Art von Gesteinen, welche sich nicht aus dem Wasser abgesetzt zu haben scheinen, weil sie gar keine Muscheln, Fische, Korallen u. s. w. einschließen, und welche doch geschichtet vorkommen; es sind diese 4 Gesteine, Gneuß,

Digitized by Google

Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer, Talkschiefer und der zwischen ihnen vorkommende körnige Kalkstein oder Urkalk.

Von diesen Gesteinen glaubt man, daß sie die erste Rinde sind, die sich auf der feurig flüssigen Erdkugel bildete; und zwar zu einer Zeit, wo es weder Pflanzen noch Thiere noch auch Wasser auf der Erde gab; denn sie liegen immer unter, niemals über den geschichteten Gesteinen, welche Abdrücke von Pflanzen und Thieren einschließen; sie müssen also älter als diese sein; wir nennen sie Urschiefer oder Urgebirge; unter ihnen findet man nur ungeschichtete oder massige plutonische oder vulkanische d. h. also aus dem Erdinnern aufgestiegene Gesteine. Granit, Syenit, Porphyr, Basalt 2c.*)

Wir haben uns also die feurig flüssige Erdkugel zu denken, welche allerdings ursprünglich in diesem flüssigen Zustande wegen der Anziehung der Sonne nicht eigentlich die Gestalt einer Kugel, sondern mehr die Eiform oder die Gestalt des Regentropfens hatte. Alles Wasser ist in der Luft oder in der Atmosphäre als Dampf vorhanden; ebenso konnten damals viele andere Stoffe,

*) Für den Lehrer bemerke ich hier, daß man zur Lösung des Widerspruchs zwischen der unzweifelhaft wässrigen Bildung des Quarzes und der plutonischen Bildung des Granits jetzt annimmt, es habe der Granit seine gegenwärtige Beschaffenheit erst durch spätere Veränderung unter Mitwirkung des Wassers erlangt; ebenso steht es mit dem Gneuß, dem Glimmerschiefer 2c., kurz allen Gesteinen, welche Quarz enthalten und doch nicht aus dem Wasser niedergeschlagen zu sein scheinen.

Digitized by Google

welche wir heute auf der Erde finden, z. B. die Bestandtheile des Salzes bei der großen Hitze nur in Luftform existiren; unsere Sonne scheint uns heute noch den damaligen Zustand des heißen flüssigen und dampfförmigen Erdeis oder Erdtropfens zu zeigen, denn in der Sonnen-Atmosphäre befinden sich viele glühenden Stoffe, welche bei uns längst erkaltet und fest geworden sind*) und nur künstlich wieder verflüchtigt oder luftförmig dargestellt werden können. Nun erkaltet und erstarrt die äußere Schaale, wie die Eisschaale auf dem Wasser sich bildet.**) Durch die Erkaltung musste sich aber die Erde, wie die meisten Körper zusammenziehn und so musste die erste Erdrinde oder Erdschaale vielfach zerplatzen oder zerbersten; und durch die dünne Schaale brach die geschmolzene innere Erdmasse — Granit, Porphyr u. s. w. — immer wieder durch und bildete die ersten Berge.

Als die Erdrinde immer stärker und dicker und kälter wurde, fiel der erste Regen aus der Luft nieder und nun bildeten sich Wasserbecken, Meere und Festland und nun konnte auch die belebende Wärme der Sonne wirken und ihr Licht konnte die gereinigte Atmosphäre durchdringen und nun entstanden im Meere Thiere und auf dem Festlande wuchsen Pflanzen und zwischen ihnen lebten auch Landthiere. Auf der Sonne ist es noch viel zu heiß; da kann noch kein Wasser bestehn und es kön-

*) Magnesium, Natrinum.

**) Einige Physiker nehmen an, die Erdmasse sei von Innen heraus erkaltet und erstarrt.

Digitized by Google

nen auf der Sonne noch keine Pflanzen und Thiere leben. Der Mond aber ist schon wieder zu kalt geworden. Dort ist alles Wasser schon wieder fest zu Eis erstarrt, dort giebt es also kein Wasser mehr und folglich auch keine Thiere und Pflanzen mehr.

Jetzt werdet Ihr Euch auch leicht den Vorgang bei den feuerspeienden Bergen oder Vulkanen erklären können, welche man fast immer in der Nähe des Meeres findet (Vesuv, Aetna, Hekla, Santorin). Wenn das Wasser durch die Spalten und Risse der Erdrinde in die Tiefe dringt, so muß es sich in Dampf verwandeln, denn vermuthlich beträgt schon in 3000 Meter oder in einer halben Meile Tiefe die innere Erdwärme 100 Grad. Welche Kraft der Wasserdampf hat, wisst Ihr vom Dampfkessel und der Dampfmaschine. Nun drückt und drängt der gebildete Wasserdampf gegen die über ihm befindlichen Gesteinsschichten und will sie zersprengen und in die Höhe heben, wie der Dampf des kochenden Wassers den Deckel des Kochtopfs in die Höhe hebt. Dadurch entstehn die Erdbeben und Erdstöße, welche die Gesteinsschichten mannigfach zerreißen, heben und senken. Endlich drückt der Dampf auch gegen die feurig-flüssige innere Erdmasse und treibt sie als Lava durch den Schlund des Vulkans bis zu seinem Krater hervor, wo sie überfließt und mit den übrigen Auswurfmassen allmälig einen kegelförmigen Berg bildet. Sie zerstört und verbrennt Alles, was sie auf ihrem Wege findet, Wälder, Felder, Gebäude u. s. w.; aber die Verheerungen,

Digitized by Google

welche sie anrichtet, beschränken sich doch auf verhältnißmäßig kleine Flächen und sind bei Weitem nicht so schlimm, wie die Wirkungen der Erdbeben und Erdstöße, welche weite Länderstrecken verwüsten, so daß ganze Städte in wenigen Minuten zu Trümmerhaufen zusammenstürzen, unter denen die Bewohner zu Tausenden begraben werden. So haben die Vulkane also doch wieder das Gute, daß sie den unterirdischen Kräften, dem drängenden Wasserdampf einen Ausweg gestatten; wir würden viel mehr von Erdbeben zu leiden haben, wenn es keine Vulkane gäbe. Auch Steine und zerriebenen Steinstaub oder Asche werfen die Vulkane aus; so wurden zur Zeit der alten Römer bald nach Christi Geburt die drei blühenden Städte Stabiae, Herculaneum und Pompeji durch die vom Vesuv ausgeworfene Asche (Aschenregen) vollständig verschüttet, wobei die ganze Bevölkerung umkam; heute gräbt man die wohlerhaltenen, nun beinahe 2000 Jahre alten Häuser wieder aus und staunt über die wunderbare Erhaltung der schönen Wandgemälde, Hausgeräthe, Bildsäulen u. s. w. — Die Asche wird durch den bei den vulkanischen Ausbrüchen häufig niederströmenden Platzregen oder die den Gipfel hoher Vulkane bedeckenden Schneemassen zu großen Schlammmassen vereinigt, welche ebenfalls große Verwüstungen anrichten, und den Boden bis zu 200 Metern bedecken.

Auch die, hunderte von Fußen emporsteigenden, heißen Quellen, wie der Geyser in Island, gehören zu den vulkanischen Erscheinungen und werden offenbar durch Wasserdampf emporgedrückt.

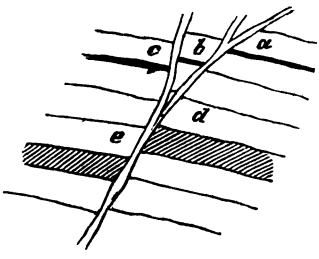
Digitized by Google

Im Jahre 1866 erfolgte ein vulkanischer Ausbruch mit Lava, Asche und Steinregen im Meere bei der Insel Santorin in Griechenland und es bildete sich eine neue Insel im Meere. Daß das Meer bei den Vulkanen mitwirkt, erkennt man auch daraus, daß von den letzteren zuweilen todte Fische ausgeworfen werden.

Elfte Lection.

Die geschichteten oder neptunischen Gesteine sind, wie ich Euch schon gesagt habe, mannigfach zerrissen und geborsten; es finden sich Spalten, in welche die feurig-flüssigen Gesteine von unten herauf eingedrungen sind. Bei andern Spalten ist dies nicht der Fall gewesen; in ihnen rieselte nur das Wasser herab und es stiegen Dämpfe aus der Tiefe auf; und Wasser und Dampf setzten dann an diesen Spalten die Stoffe ab, welche sie mit sich führten oder aufgelöst enthielten; so entstanden die schönen Krystalle, von denen ich Euch schon erzählt habe, und in solchen Spalten finden sich hauptsächlich auch die Erze. Diese mit Erzen angefüllten Gebirgsspalten, welche die geschichteten Gesteine durchschneiden, nennt der Bergmann Gänge, Erzgänge. Sind die Spalten aber leer und führen sie kein Erz, so werden sie auch Klüfte, Gesteinsklüfte genannt, in der Regel ist das eine Gebirgsstück

Digitized by Google



auf der schrägen Fläche der Spalte herabgesunken, wie Ihr hier sehen könnt; b war ursprünglich mit a verbunden, c mit b, e mit d.

Wenn sich dagegen zwischen den Schichten eines Sandsteins, Thonschiefers u. s. w. eine andere Schicht z. B. eine Kalk- oder Kohlenschicht aus dem Wasser abgesetzt hat, so nennt man das ein Flötz oder ein Lager; und wenn diese Flötze oder Lager durch Gänge oder Klüfte zerrissen sind, wie a, b und c oder e und d; so sagt man, sie seien verworfen. Kalk, Kohlen, Gyps, Steinsalz kommen in solchen Lagern oder Flötzen vor, die also ebenso wie die Schichten, zwischen denen sie liegen, aus dem Wasser abgesetzt sind; und zwar ist die unter einem Flötz liegende Schicht, das Liegende desselben, vor demselben; die über dem Flötz liegende Schicht, das Hangende, nach demselben aus dem Wasser niedergeschlagen.

Die plutonischen und vulkanischen Gesteine, besonders der Porphyr und Basalt finden sich zuweilen in schönen 5-, 6- und 7seitigen Säulen, welche wie die Orgelpfeifen oder Bienenzellen (zuweilen auch wie Holzscheite eines Kohlenmeilers) neben einander stehn oder liegen. Sehr berühmt wegen ihren schönen Basaltsäulen ist die Fingalshöhle auf der schottischen Insel Staffa.

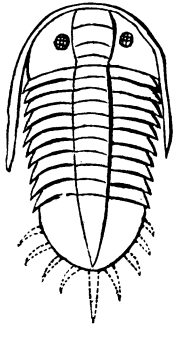
Digitized by Google

Auf den Gängen sowohl wie in den Gebirgsschichten selbst finden sich zuweilen hohle, leere Räume, welche man Drusen oder Druſenräume nennt; an deren Wänden schießen dann die schönen Krystalle an, weil sie in denselben Platz finden, um sich, ihrem innern Wesen entsprechend, frei auszubilden. — In solchen Druſenräumen haben sich auch die schöngezeichneten Achate gebildet, welche zu Schmucksachen verarbeitet werden; auch die mandelförmigen Einschlüsse im Mandelstein sind solche ausgefüllte Druſenräume.

In den geschichteten Gesteinen finden wir nun die Abdrücke von verschiedenen untergegangenen Thieren und Pflanzen, die sogenannten Versteinerungen; und zwar hat jede Schicht ihre eigenthümlichen Pflanzen und Thiere, an welchen man sie auch an entfernten Orten wiedererkennen kann. Die Schichten haben nehmlich ein verschiedenes Alter; die obere ist immer jünger als die darunter liegende, welche sich zuerst aus dem Wasser absetzen mußte, ehe sich eine andere darauf legen konnte. Diejenigen Schichten nun, welche sich zu gleicher Zeit an den verschiedenen Punkten der Erde aus dem Wasser niedergeschlagen haben, schließen im Allgemeinen auch Abdrücke von denselben Pflanzen und Thieren ein, welche zu derjenigen Zeit auf der Erde gelebt haben, in welcher sich die Schicht aus dem Wasser absetzte; und an diesen Thieren und Pflanzen kann man daher erkennen, ob eine Gebirgsschicht jünger oder älter ist; ob sie in einer früheren oder späteren Periode der Erdbildung sich abgesetzt hat. Hierbei hat sich nun

Digitized by Google

ergeben, daß die ältesten Thiere und Pflanzen d. h. diejenigen, deren Abdrücke man in den ältesten Gebirgsschichten findet, viel mehr von den heute auf der Erde lebenden Thieren und Pflanzen sich unterscheiden, als die in jüngern Gebirgsschichten abgedrückten. Auf den Urschiefern, dem Urgebirge (Gneuß, Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer, Talkschiefer), in welchem sich keine Abdrücke von Thieren und Pflanzen finden, liegen diejenigen Schichten, welche die ältesten Thiere und Pflanzen einschließen; man faßt sie unter dem Namen des Uebergangsgebirges zusammen. Auf dem Uebergangsgebirge aber liegen die Steinkohlen.



Zu den ältesten Thieren, welche man in den tiefsten Schichten des Uebergangsgebirges findet, gehören außer einigen Muscheln und Korallen die sogenannten Trilobiten. Ihr könnt hier den Abdruck eines solchen Thieres in Natur sehn. Die Thiere hatten ein breites Kopfschild mit zwei großen Augen und zuweilen mit 2 langen, zurückgebogenen Hörnern; einen Leib mit Panzerringen und ein dreigetheiltes, zuweilen am Rande mit Zacken versehenes, Schwanzschild, von welchem sie auch den Namen haben. Sie konnten sich zusammen krümmen, so daß das Kopfschild das Schwanzschild berührte; neuerlich hat man in Canada an den 8 Brustringen ihres Panzers die Abdrücke von 8 Paar

Digitized by Google

Füßen und auch Fühlern oder Tastern gefunden; so daß sie also unsern heutigen Krebsen nahe stehn.*) Ebenso finden sich in diesen tiefsten, ältesten Schichten des Uebergangsgebirges die Abdrücke von

korallenartigen Thieren, welche wie feine Sägen aussehn, sie heißen Graptolithen. Wenn man nun in einer Gesteinsschicht solche Trilobiten oder Graptolithen findet, so weiß man genau, daß sie den ältesten, tiefsten Schichten des Uebergangsgebirges angehört, daß unter ihr nur noch die Urschiefer oder plutonische Gesteine, aber z. B. keine Steinkohlen mehr liegen können, keine Braunkohlen, kein Salz, Gyps u. s. w., welche in diesen ältesten Schichten nicht vorkommen; und nun werdet Ihr einsehn, wie wichtig die Kenntniß dieser versteinerten Thiere und Pflanzen ist.

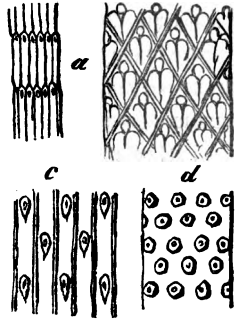
Nach den Trilobiten erscheinen die ersten gepanzerten Fische; dann große, Tintenfisch- (Orthoceratiten) und Nautilus-artige Thiere (Clymenien, Goniatiten, Ammoniten); sowie Seesterne mit vielen, langen Fangarmen, welche an langen Stielen wie Blumen am Boden des Meeres festsaßen (Encriniten).

Nach der Ablagerung des Uebergangsgebirges muß es schon trockenes Festland gegeben haben, auf welchem große Wälder wachsen

*) Nach dieser Entdeckung Billings hält man die Trilobiten für den älteren, generalisirten Typus, aus welchen sich später die beiden getrennten Thierordnungen der Isopoden und Phyllopoden entwickelt haben.

Digitized by Google

konnten. Diese Wälder wurden überschwemmt, unter Sand und Schlamm begraben und sie verbrennen wir heute als Steinkohlen.



Die Pflanzen in den Steinkohlenwäldern sind aber von unsern heutigen Pflanzen verschieden. Es kommen sehr zierliche, schöne Farnkräuter vor, die zuweilen baumartig mit einem Stamm in die Höhe gewachsen sind, wie dies heute noch einige Farren in der heißen Zone thun. Hier seht Ihr einen Abdruck eines vorweltlichen Farrenkrauts aus den Steinkohlenwäldern. Ferner wuchsen in letzteren die sogenannten Calamiten (a), welche ähnlich wie unsere Schachtelhalme gebaut sind, und die Schuppenbäume (b), — Lepidodendron —, welche unserm Schlangenmoos oder Bärlapp gleichen; beide, Calamiten wie Schuppenbäume wurden aber viel größer und höher, wie unsere Schachtelhalme und Schlangenmoose, welche, wie Ihr wißt, krautartig, ganz niedrig bleiben und nicht baumartig werden. Endlich aber finden sich in den Steinkohlen zwei Pflanzenarten, welche sich mit keiner unserer lebenden Pflanzen vergleichen, sich aber sehr leicht erkennen lassen, die eine an ihren kleinen kreisrunden Narben in deren Mitte sich eine kleine Warze befindet; sie heißt Stigmaria (d) und scheint sich ohne aufgerichtetem Stamm mehr horizontal ausgebreitet

Digitized by Google

zu haben; die andere, die Sigillaria (c) ist leicht an den parallelen Streifen oder Riefen zu erkennen, auf welchen sehr verschieden gezeichnete Blattnarben stehn. Beide Pflanzen — die Stigmarien und die Sigillarien — findet man noch mit ihren Blättern. In der Regel finden sich die Stämme dieser Pflanzen ganz platt gedrückt; sie sind im Innern nur von sehr losem Zellgewebe erfüllt gewesen, ohne Holz, wie es unsere Baumzweige zeigen; indessen kommen doch auch schon fichtenartige, wirkliche Holzbäume (Araucarien) vor, ähnlich gewissen noch in Südamerika und Australien wachsenden Bäumen; aber keine Blumen, kein Gras, kein Rohr gab es in diesen Steinkohlenwäldern. Wenn man nun in einem Thonschiefer oder Sandstein derartige, leicht kenntliche Pflanzen abgedrückt findet, so kann man vermuthen, daß in der Tiefe zwischen den einzelnen Sandstein- und Thonschichten auch Steinkohlenflötze liegen können. Zur Zeit der Steinkohlenwälder muß auf der ganzen Erde ein sehr gleichmäßiges, heißes, tropisches Klima geherrscht haben, denn es wuchsen in der Gegend von Spitzbergen, also in der Nähe des Nordpols, genau dieselben Pflanzen, wie in Japan und China. In den Steinkohlenwäldern aber lebten die ersten Landthiere, geflügelte Insecten, Spinnen ꝛc. und auch große krokodilartige Eidechsen kamen in ihnen vor; ein Beweis, daß die Atmosphäre, die Luft, sich schon gereinigt hatte, so daß diese Thiere athmen konnten.

In späteren, über den Steinkohlen abgesetzten Schichten werden die Eidechsen immer zahlreicher und größer; und wunder-

Digitized by Google

bar! es gab auch eine Eidechse, welche vermuthlich fliegen konnte, weil ihre Fingerknochen darauf schließen lassen, daß an dem sehr verlängerten fünften, äußeren (beim Menschen kleinen) Finger ähnlich, wie an den anderen Fingern der Fledermaus eine Flughaut befestigt war. Es treten dann Vögel (auch einer mit Zähnen im Schnabel*) und endlich auch Säugethiere auf, welche den heute lebenden Thieren desto ähnlicher werden, je jünger die Schichten sind, in welchen man sie findet. Auch die Pflanzen dieser jüngeren Schichten, welche wir heute als Braunkohlen verbrennen, sind den heute lebenden Pflanzen schon sehr ähnlich. In den Bernstein- und Braunkohlenwäldern gab es schon Pappeln, Ulmen, Eichen, Birken, Cypressen, Taxusbäume, welche man von den heute lebenden Taxusarten zuweilen gar nicht unterscheiden kann, ferner Palmen, Feigenbäume, Zimmetbäume, Fichten u. s. w., und in diesen Wäldern blühten schöne Blumen und die ersten Schmetterlinge, Seejungfern, Mücken, Fliegen flogen auf den Blumen umher; und viele Käfer, Ameisen und Spinnen lebten am Boden oder auf den Pflanzen. Man findet diese Thiere theils im Thon abgedrückt, theils im Bernstein eingeschlossen, wie Ihr hier ein solches Thier im Bernstein seht; denn der Bernstein tropfte als Harz von den Bäumen des Bernsteinwaldes herab; die Insecten blieben an ihm kleben und wurden in ihn eingehüllt. So sind uns gegen 2000 Insectenarten, die vor mehr als 100000 Jahren gelebt haben, in ihrem

*) Ichthyornis dispar. S. Ausland 1873 p. 659.

Digitized by Google

goldgelben durchsichtigen schönen Bernsteingrabe wunderbar und so deutlich erhalten worden, als ob wir sie eben gefangen hätten.

Um eine leichtere Uebersicht über diese verschiedenen, auf einander folgenden und über einander abgelagerten Gebirgsschichten zu gewinnen, hat man unter denselben größere Abtheilungen gebildet, welche man Formationen, Gebirgsformationen nennt. Dieselben sind von unten nach oben gezählt, folgende:

1. Urschiefer, Gneuß, Glimmerschiefer, Talkschiefer, Hornblendeschiefer, Urkalk, Thonschiefer, grüne Schiefer, Kieselschiefer. Sämmtlich ohne alle Versteinerungen; ohne Salz und Steinkohlen.
2. Uebergangsgebirge, bestehend aus Sandstein, Conglomerat, Kalkstein und Thonschiefer; ausgezeichnet durch die Graptolithen, an 100 verschiedenen Arten Trilobiten, die tintenfischartigen Orthoceratiten und nautilusartigen, rund aufgerollten Goniatiten und Clymenien, merkwürdig gepanzerte Fische, Korallen, gestielte Seesterne, Muscheln und Schnecken.
3. Die Steinkohlenformation bestehend in der untern Partie aus Kalkschichten, (Bergkalk), in welchem auch noch eine Art ganz kleiner Trilobiten sich findet, außerdem aber viele große Seemuscheln vorkommen; in der oberen Partie aber aus Sandstein, Schieferthon und zwischen denselben liegenden Steinkohlenflötzen mit den eigentlichen Steinkohlenpflanzen, den Stigmarien, Sigillarien, Lipidodendren, Calamiten und Farrnkräutern — krokodilartigen großen Eidechsen, so wie mit den ersten Landthieren, Scorpionen, Spinnen, geflügelten Insecten.

Digitized by Google

4. Der rothe Sandstein mit eingeschlossenen Kalkflötzen und den Abdrücken weniger Eidechsen, Fische und Pflanzen; — im Ganzen sehr arm an Versteinerungen.
5. Der Zechstein, grauer dichter dolomitischer Kalkstein und kupferhaltige kohlige Mergelschiefer (Kupferschiefer); Fischabdrücke und wenige Muscheln und Pflanzen.
6. Die Trias
   a. unten bunter Sandstein gelb roth und grün gefärbt; sehr arm an Versteinerungen (Fußspuren von Vögeln);
   b. darüber Muschelkalk sehr reich an Versteinerungen — Gestielte Seesterne (Encriniten) Nautilusarten und Ammonshörner, viele Muscheln, Schnecken, Fische und Eidechsen;
   c. oben Keuper, Sandstein mit Schilfstengeln, Kalk- und Thonschichten, letztere zuweilen Steinkohlenflötze einschließend; außer einigen Pflanzen (den ersten Sagopalmen) und den ersten Spuren von Säugethieren (Beutelthieren) sehr arm an Versteinerungen.

   Alle drei Abtheilungen schließen Steinsalz und Gypslager ein.
7. Die Juraformation; fast nur Kalkschichten; in den untern Lagen (Lias) dunkel gefärbt, oben weiß. — (Schwarzer, brauner, weißer Jura) — Ausgezeichnet durch zahlreiche Versteinerungen von Muscheln und Schnecken, besonders aber durch die großen Eidechsen (Saurier), die Knochen des ersten Vogels, welcher einen langen zu beiden Seiten mit Federn besetzten Schwanz besaß; sehr zierlich gezeichnete Ammonshörner, Tintenfische (Be-

Digitized by Google

lemniten), Seeigel (Echiniten), Schwämme und Korallen. Die obersten Schichten sind reine Korallenriffe.

8. Die Kreide. In der unteren Abtheilung mächtige Sandsteinmassen (Quadersandstein), welche gern malerisch gruppirte, seltsam geformte Felsenlabyrinthe bilden, wie z. B. in der sächsischen Schweiz, zu Adersbach, Weckelsdorf in Böhmen; die Heuscheuer in Schlesien, der Regenstein bei Blankenburg am Harz. In der obern Abtheilung thonige, mergelige und kalkige Schichten; zuweilen Steinkohlenflötze einschließen; zu oberst die weiße Schreibkreide, ausgezeichnet durch zahlreiche, sehr zierlich gezeichnete Ammonshörner, Tintenfische (Belemniten, Donnerkeile), Seeigel (Echiniten, Krötensteine), viele Muscheln, Korallen u. s. w. In den Schichten der obern Kreide von Kansas in Nordamerika ist auch ein Vogel gefunden, welcher Zähne hatte.

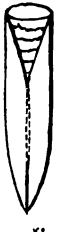
9. Die Tertiärformation, in den untersten (in Deutschland nicht vorkommenden) Lagen Kalk und Gyps; dann Sandstein, Conglomerate (Molasse, Nagelflue, Karpathensandstein). Bernstein, Braunkohlen zwischen blauen und schwarzen Thon- und weißen Sandschichten. — Steinsalz und Gyps. Ausgezeichnet durch sehr zahlreiche Versteinerungen von Muscheln, Schnecken, Fischen, Vögeln, Wasser- und Landsäugethieren.

10. Das Diluvium, aus Sand-, Lehm- und Thonschichten bestehend, mit nordischen Geschieben; die Thiere und Pflanzen den heute lebenden schon sehr ähnlich; — die ersten Menschenschädel. —

Digitized by Google

Zwölfte Lection.

Die jüngsten Gebirgsschichten, in welchen eine der heutigen Natur schon sehr nahestehende Thier und Pflanzenwelt begraben liegt, unterscheiden sich von den älteren Gebirgsschichten sehr wesentlich dadurch, daß sie selten feste Felsen bilden, vielmehr in der Regel aus losen Massen — Sand, Thon, Mergel, Lehm — zusammengesetzt sind. Schon die Braunkohlen liegen nur zwischen weichem blau- und schwärzlichgrauen Thon und weißem scharfen Sand, der nur in sehr seltenen Fällen und auf kurze Erstreckungen zu Sandstein zusammengekittet ist. Die jüngsten größeren Felsen in Norddeutschland sind die Kreidefelsen, welche auf der Insel Rügen die schönen und großartigen Vorgebirge Arcona und Stubbenkammer bilden. In diesen Kreidefelsen



liegen auch ursprünglich die sogenannten Donnerkeile oder Teufelsfinger, welche man so viel in unserm Sand und Lehm findet; dieselben rühren von einem Tintenfisch her; man sieht in der Mitte immer eine feine Röhre (den Sipho) hindurchgehn, in welcher ein Nervenstrang des Thieres lag und oben erweitert sich dieser Sipho trichterartig zur Alveole. Ferner liegen in diesen Kreideschichten die sogenannten Krötensteine (Echiniten), welche man auch sehr häufig in unsern Sand- und Lehmschichten findet. Es sind dies versteinerte Seeigel, ähnlich den heute noch lebenden Arten. Sie hatten eine halbkugel-

Digitized by Google

förmige kalkige Schaale, zuweilen mit runder, zuweilen mit ovaler oder herzförmiger Grundfläche und zwei Oeffnungen, einer Mund- und einer Afteröffnung. Von der Mundöffnung laufen Reihen von Schildern über die Schaale, welche mit zierlich geformten, pfriemen- und walzenförmigen Stacheln besetzt waren. Endlich stammen auch die Feuersteine unserer Sand- und Lehmschichten, in welchen man zuweilen die Stacheln jener Seeigel und auch Muscheln abgedrückt findet, aus jenen Kreidefelsen.

Die Gebirgsschichten, welche jünger sind als die Kreidefelsen, bestehn in Norddeutschland fast nur aus weichen und losen, lockern Massen,*) die man gewöhnlich unter dem Namen des aufgeschwemmten Landes zusammenfasst; dasselbe zerfällt aber in zwei große Abtheilungen, welche man nicht verwechseln darf, die untere Abtheilung, in welcher die Braunkohlen liegen, das sogenannte Tertiärgebirge und die obere Abtheilung, das Diluvium oder die Driftbildung.

---

*) Vereinzelt kommen in einigen Gegenden Deutschlands allerdings auch Felsen von tertiärem Braunkohlensandstein vor; es sind aber in der Regel doch mehr einzelne große Blöcke und Platten; zuweilen sind es Eisensandsteine, in welchen die einzelnen Quarzkörner durch Eisenocker zusammengekittet sind. In der Schweiz und den Karpathen bilden aber die tertiären Sandstein- und Conglomeratschichten hohe Felsen und Bergzüge, man nennt diese Gesteine dort Molasse oder Nagelflue; in den Karpathen Karpathensandsteine; auch die großen Steinsalzmassen von Wieliczka und Bochnia in Galizien gehören der Tertiärformation an. Bei Paris besteht sie aus mächtigen, festen Kalk-, Gyps- und Sandsteinmassen.

Digitized by Google

Als die Braunkohlenwälder wuchsen, muß die Vertheilung von Wasser und Land auf der Erde, die Form der Erdtheile, das Klima, u. s. w. noch ganz anders gewesen sein, als heute. Bei uns in Deutschland wuchsen Pflanzen, wie sie heute noch in Australien und in Amerika vorkommen und man glaubt daher, daß Europa, Amerika und Australien damals noch verbunden gewesen seien. Die Schweizer und Tyroler Alpen waren damals noch niedrige Berge und es muß auch sehr warm in Europa gewesen sein, denn es wuchsen bei uns Palmen; aber nur sehr wenige Säugethiere gab es damals und keine Menschen. Man muß sich übrigens Europa in jener Zeit nicht als einen zusammenhängenden Erdtheil, sondern mehr als ein feuchtes und warmes Inselland vorstellen.

In der oberen Abtheilung des aufgeschwemmten Landes, dem Diluvium, dagegen begegnen wir schon Menschenschädeln, und wenn auch die Form der Erdtheile noch nicht dieselbe gewesen sein kann, wie sie heute ist; wenn z. B. auch ein großer Theil von Norddeutschland Meeresboden gewesen sein muß, so stehn die Thiere und Pflanzen, welche wir finden, doch schon den jetzt lebenden Thieren sehr nahe.

Die jüngsten, hauptsächlich aus Lehm, Thon und Sand bestehenden Schichten des Diluviums wollen wir jetzt noch etwas näher betrachten.*)

*) Die tertiären und diluvialen Sand- und Thonschichten des norddeutschen Schwemmlandes unterscheidet man bei Abwesenheit von entscheidenden Versteinerungen, Muscheln, Thierresten u. s. w.

Digitized by Google

Im ganzen Norden Deutschlands finden wir selbst in Gegenden, wo alle Gebirge und Felsen fehlen, die Sand- und Lehmschichten mit einer außerordentlichen Menge großer Felsblöcke und Steine übersät; erstere erreichen bis zu 8 Meter Länge; letztere werden alljährlich vom Acker abgelesen und erscheinen doch in jedem Frühjahr wieder. Diese Steine und Felsblöcke liegen im Sand und Lehm; letztere Schichten sind, wie Ihr wisst, im Meere gebildet; wo kommen nun diese unzähligen Steine und besonders diese großen Felsblöcke her? Die nächsten Felsen, wo sie abgebrochen sein könnten, sind oft hundert Meilen entfernt; wer hat sie also an ihren jetzigen Ort gebracht? und wie konnten sie dort hinkommen? Lange hat man sich hierüber den Kopf zerbrochen, und nicht ein Gelehrter, sondern ein schweizer Gemsjäger*) hat das

---

leicht dadurch, daß letztere fast immer mehr oder weniger rothen Feldspath oder feldspathhaltige Gesteinsbrocken (Geschiebe) enthalten, erstere nicht. Findet man in einem Sande mit der Lupe rothe Feldspathbrocken, so hat man es mit einem Diluvialsande zu thun. Die tertiären oder Braunkohlen-Sande sind in der Regel ganz scharfe, reine weiße Quarzsande mit mehr eckigen, nicht so abgeschliffenen Körnern, welche außer dem Quarz nur feine weiße Glimmerblättchen und braune Kohlentheilchen oder Holzsplitterchen enthalten; zuweilen kommen in ihnen aber auch rundliche und knollige schwärzlich grüne kleine Körnchen (Glaukonit) vor, welche sich mit der Messerspitze auf dem Papier leicht zerdrücken lassen und dann einen schönen saftgrünen Strich geben.

*) Perraudin.

Digitized by Google

Räthsel endlich gelöst und auch die Holzhauer in der Schweiz wußten es, ehe es ihnen die Gelehrten sagten. Die Sache hängt so zusammen.

In den schweizer und tyroler Alpen ziehn sich, ebenso wie in andern hohen Gebirgen ungeheure Eismassen, die Gletscher, in die Thäler herab. So viel unten abschmilzt, so viel tritt oben wieder hinzu aus den ewigen Schneefeldern, welche durch die Sonne oberflächlich geschmolzen werden; und so schieben sich die Gletscher, ob sie gleich an der Stelle zu bleiben scheinen, in steter Bewegung langsam in die Ebene hinab, wo sich unmittelbar neben dem Gletschereise üppige Matten mit den schönsten Alpenblumen befinden. Diese ungeheuren Eismassen tragen auf ihrer Oberfläche eine Menge von Gesteinsblöcken und Gesteinsschutt, welche von den benachbarten Felsen abgebröckelt und abgerieben sind, meilenweit ins Thal hinab. Wenn nun das Eis unter diesen Stein- und Schuttmassen schmilzt, so müssen letztere niederfallen und da liegen bleiben, wo sie der Gletscher hingeführt hat. Diese durch die Gletscher bewirkten Anhäufungen von Steinblöcken und Steinschutt heißen Moränen.

Nun fand man in der Schweiz, weit von den Bergen und Felsen und Gletschern entfernt, Anhäufungen von Felsblöcken und Steinschutt, förmliche, hohe Steinwälle, welche in ihrer Beschaffenheit jenen Gletschermoränen sehr ähnlich waren, und daraus schloß unser Gemsjäger, daß die Gletscher früher wohl bis dorthin gereicht haben könnten und nur mit der Zeit weggeschmolzen wären,

Digitized by Google

so daß sie ihre Steinlast fallen lassen mußten; und er hatte ganz Recht! — Niemand zweifelt heute mehr daran; man konnte den Weg jener vorweltlichen Gletscher genau verfolgen und genau diejenigen Felsen bestimmen, von denen jene zu Moränen angehäuften Felsblöcke herstammten.

Nun giebt es heute noch im hohen Norden, in Grönland, Island, Spitzbergen ꝛc. ungeheure Gletschermassen, welche bis zum Meere hinabreichen und ebenso mit Steinblöcken und Schutt beladen sind, wie die Gletscher der Alpen; und von diesen Gletschern Grönlands und Spitzbergens ꝛc. brechen unten, wo sie ins Meer stürzen, ungeheure Eisberge ab, welche nun mit ihrer ganzen Ladung von Felsblöcken und Steinschutt fortschwimmen und durch die Strömung weit nach Süden bis in die Gegend von New-York geführt werden. Wenn diese ungehäuren Eisberge nun in wärmere Gegenden gelangen, so schmelzen sie ab, zerbersten und zerbrechen und werden schließlich zu schwach, um ihre Gesteinslast weiter zu tragen, die sie nun auf den Meeresgrund herabfallen lassen müssen, wo sie ruhig liegen bleibt.

Da nun die großen Gesteinsblöcke (die sogenannten Findlinge) und der Gesteinsschutt, welche wir in unsern Lehm- und Sandschichten finden, aus Granit, Gneuß, Syenit, Hornblendeschiefer, Porphyr, Sandstein, Kalkstein bestehn und genau dieselben Gesteine zeigen, welche heute noch in den Gebirgen Finnlands, Schwedens und Norwegens vorkommen, wie man namentlich bei dem Kalkstein an den eingeschlossenen Muscheln und sonstigen

Digitized by Google

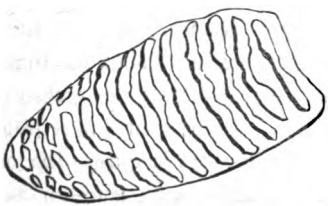
Thieren genau erkennen kann; so ist es ganz klar, daß diese Felsblöcke nur von Norden her auf Eisschollen und Eisbergen in unsere Gegend geschwommen sein können, wie heute noch die Eisberge von den Gletschern Grönlands und Islands bis in die Gegend von New-York schwimmen.

Es müssen also in früherer Zeit die Gletscher der Alpen viel weiter nach Norden gereicht haben und es muß auch ganz Schweden und Norwegen und Finnland eine einzige große Gletschermasse gewesen sein, welche bis zum Meere hinabreichte, wie man das heute in Grönland sieht. Diese längst vergangene Zeit nennt man die Eiszeit. Ja es hat mehrere solche Eiszeiten sowohl auf der nördlichen, wie auf der südlichen Erdhalbkugel gegeben, zwischen denen wieder üppige Wiesen und Wälder grünten; und Grönland, Spitzbergen ꝛc. befinden sich heute in der Eiszeit. Besondees Grönland ist früher einmal ganz grün gewesen, wovon es seinen Namen hat; es wuchsen früher dort üppige Wälder mit Eichen, Nußbäumen, Ahorn, Epheu und Wein; jetzt ist es eine große Eiswüste, in welcher nichts mehr gedeiht. Daraus folgt, daß es früher in Grönland sehr viel wärmer und bei uns in Europa sehr viel kälter gewesen ist, als jetzt. Der Grund dieser Temperatur-Veränderung ist das warme Wasser, welches vom Aequator in großen Strömen im Meere abfließt. Den nach dem Nordpol abfließenden Meeresstrom nennt man den Golfstrom, weil er aus dem Golf von Mexiko nach Island, Norwegen und sogar bis an die Ostküste von Spitzbergen und Nowaja Semlja fließt und diese Küsten er-

Digitized by Google

wärmt, ihnen auch zuweilen Kokosnüsse und Palmenholz zutreibt, welches in der heißen Zone gewachsen ist; dieser Golfstrom muß früher eine andere Richtung gehabt und Grönland erwärmt haben, wie er heute die norwegische Küste erwärmt.

Zur Eiszeit gab es schon Menschen; sie lebten zu gleicher Zeit mit einer jetzt ausgestorbenen Art großer Elephanten, den Mammuths. Diese waren noch größer als die jetzigen Elephanten und theilweis mit Haaren bedeckt, so daß sie ein kälteres Klima vertragen konnten, als jene, welche, wie Ihr wisst, nur in südlichen Gegenden leben. Man hat in dem gefrorenen Boden Sibiriens noch solche Mammuths mit Haut und Haaren gefunden, so daß die Hunde das Fleisch gefressen haben. In den Sand- und Lehmschichten Deutschlands findet man vielfach die Knochen und besonders die ungeheuren, bis 30 cm. langen, Backzähne derselben, welche auf der Kaufläche diese (an die Tafel zu zeichnen) Zeichnung der Schmelzleisten zeigen. Die großen, stark gekrümmten Stoßzähne dieser Mammuths aber sind auf einigen Inseln im Norden Sibiriens in so ungeheuren Massen angehäuft, daß sie einen äußerst wichtigen Handelsartikel bilden, indem sie sich wie die Stoßzähne der lebenden Elephanten zu Elfenbein verarbeiten lassen; ein großer Theil des im Handel



Digitized by Google

vorkommenden Elfenbeins rührt von jener vorweltlichen ausgestorbenen Elephantenart, den Mammuths, her.

Ferner lebte damals mit den Menschen in unsern Gegenden ein großes Nashorn, dessen Knochen und Schädel auch sehr zahlreich über ganz Deutschland verbreitet sind, welches auch mit Haaren bedeckt war und 2 Hörner auf der Nase trug (wie die heute in Afrika und auf der Insel Sumatra lebenden Arten), ein vorderes großes und ein hinteres, kleineres.

Endlich finden sich in diesen schon zu Lebzeiten des Menschen abgesetzten Lehm- und Sandschichten die Knochen eines Flusspferdes, eines großen Bären, des Höhlenbären, einer Hyäne, eines Löwen, Hirsches, Pferdes, Rindes u. s. w., welche sich von den heute lebenden Arten zwar unterscheiden, ihnen aber doch sehr nahe stehn.

Dies ist nun die alte Zeitperiode, welche ich Euch schon einmal genannt habe, in welcher es der Mensch noch nicht verstand, die Metalle aus ihren Erzen zu schmelzen und daher Waffen und Werkzeuge aus Stein und Knochen fertigte, die Steinzeit; gegen das Ende derselben lebte im Süden Frankreichs und in der Schweiz auch das Rennthier, welches der Mensch mit den Steinwaffen jagte und dessen Geweih und Knochen er ebenfalls zur Herstellung verschiedener Geräthe benutzte, weshalb man auch von einer Rennthierzeit spricht.

Allmälig muß das Eis der Eiszeit geschwunden, das Meer weiter nach Norden zurückgetreten sein und ein wärmeres Klima über Europa sich verbreitet haben.

Digitized by Google

Die ältesten Menschenschädel, welche man gefunden hat, verrathen noch eine sehr wilde und rohe Menschenrace und erst sehr allmälig hat es der Mensch gelernt, ein menschenwürdiges Dasein zu führen. Zuerst lebte er in Höhlen, dann baute er sich die merkwürdigen hölzernen Wohnungen, welche auf Pfählen im Wasser stehn, die sogenannten Pfahlbauten; deren Reste wir vielfach noch in der Schweiz, in den Donaugegenden und auch im nördlichen Deutschland z. B. in Pommern und Mecklenburg finden. In Europa waren die Pfahlbauten immer viereckig, 5 bis 6 Meter lang und 3 bis 4 Meter breit; der Boden war wasserdicht mit Lehm ausgeschlagen, die Hütte war mit Stroh bedeckt, die hölzernen Wände mit Lehm verstrichen und die Zwischenräume mit Moos ausgefüllt. Um das Pfahldorf lief eine breite Estrade; die Ziegen und Schaafe lebten mit den Bewohnern in der Hütte, in deren Mitte sich ein Heerdstein befand. Die Pfahlbauten wurden das ganze Jahr hindurch bewohnt und die Pfahlbauern verstanden es schon, Getreide, Roggen, Weizen, Gerste und Obst besonders Aepfel zu bauen, Brod zu backen und recht feste Gewebe*) herzustellen, deren Reste sich bis heute erhalten haben. Wahrscheinlich schützten sie sich durch diese eigenthümlichen Wohnungen mitten im Wasser vor wilden Thieren oder feindlichen Nachbarn, indem sie die Brücken, welche die Wohnungen mit dem Ufer verbanden, entfernten; es giebt übrigens in Neuseeland, so wie im Innern Afrika's heute noch

*) Solche Gewebe und Pflanzenreste aus den Pfahlbauten der Schweiz sind auch durch Herrn Leisner in Waldenburg zu beziehn.

Digitized by Google

Völkerschaften, welche ganz ähnliche, wenn auch zum Theil runde, Pfahlbauten im Wasser aufführen.

Noch später scheinen die in Europa wohnenden Menschen von einer andern civilisirteren, wahrscheinlich im Osten wohnenden Menschenrace, die das Zinn und das Kupfer zu schmelzen und zu Bronze zu vereinigen verstand, die Bronzewerkzeuge und Bronzewaffen erhalten, endlich vielleich auch selbst die Verfertigung der Bronze gelernt zu haben; das war die Bronzezeit. In den Pfahlbauten findet man noch keine oder doch nur selten und vereinzelt Bronzewaffen und Bronzewerkzeuge, sondern nur Stein- und Knochengeräthe. Das Zinn mag wohl jene alte asiatische Menschenrace, der arische Menschenstamm, ursprünglich aus Ostindien mitgebracht haben, wo es heute noch auf der Insel Banka (bei Sumatra) in sehr bedeutenden Mengen gewonnen wird; erst später mag es auch in England, welches die alten Phönicier die „Zinninseln" nannten, gewonnen sein. Daß aber wirklich alle europäischen Völkerschaften aus einem vor uralter Zeit von Osten her eingewanderten Menschenstamm hervorgegangen sind, schließt man aus der Verwandtschaft fast aller europäischen Sprachen, welche sich auf eine gemeinschaftliche untergegangene Ursprache zurückführen lassen, aus welcher auch die heilige Sprache der Inder, das Sanskrit, hervorgegangen ist.

Digitized by Google

Digitized by Google

Anhang.

Die wichtigsten Grundbegriffe der anorganischen Chemie.

Erste Lection.

Die leblosen Stoffe, welche sich in der festen Masse der Erde und der sie umgebenden flüssigen und luftförmigen Hülle finden, sind größtentheils Verbindungen verschiedener einfacher Grundstoffe oder Elemente.

Die Chemie ist diejenige Wissenschaft, welche lehrt, aus welchen Grundstoffen die auf der Erde vorkommenden Körper bestehn, wie man dieselben in die ersteren zerlegt und wie sich andererseits die Grundstoffe unter einander verbinden.

Die Grundstoffe oder Elemente, deren man jetzt einige 60 kennt, sind also diejenigen Stoffe, welche der Mensch zur Zeit nicht mehr zerlegen kann; ihre Anzahl verändert sich aber fortwährend, da es ab und zu immer wieder gelingt, nachzuweisen, daß in einem bisher

Digitized by Google

als einfach angesehenen Stoffe doch noch mehrere von einander verschiedene Grundstoffe enthalten sind.*)

Die Grundstoffe oder Elemente sind fest oder flüssig oder luftförmig d. h. immer nur bei einer bestimmten Temperatur (und unter einem bestimmten Druck); denn es kann ein und derselbe Grundstoff bei einer bestimmten Temperatur fest, bei einer höheren flüssig, bei einer noch höheren luft- oder gasförmig sein, wie z. B. das bei gewöhnlicher Temperatur flüssige Wasser bei niedriger Temperatur sich in einen festen Körper, das Eis verwandelt, bei erhöhter Temperatur über den Kochpunkt erhitzt, aber den luft- oder gasförmigen Wasserdampf bildet; — ebenso wird ferner das Blei, welches bei gewöhnlicher Temperatur fest ist, bei erhöhter Temperatur flüssig, es schmilzt und nimmt bei noch höherer Temperatur die Gasform an, indem es die gesundheitsschädlichen Bleidämpfe entwickelt.

Die Grundstoffe sind ferner von verschiedenem speciviſchen

---

*) Bis gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts zählte man vier Elemente — Feuer, Erde, Wasser und Luft. Diese Anschauung hat heute keine Bedeutung mehr. Erde, Wasser und Luft sind gar keine einfachen Stoffe; man könnte unter dieser Bezeichnung daher heute höchstens nur noch verstehn den festen, flüssigen und luft- oder gasförmigen Zustand der verschiedenen Stoffe, welche Zustände die Physik Aggregatzustände nennt; das Feuer aber ist nur die Lichterscheinung, welche stark erhitzte Gasarten hervorrufen; also auch ein Zustand und kein Stoff.

Digitized by Google

Gewicht. Die schweren Grundstoffe nennt man Metalle; die wichtigsten Metalle oder metallischen Grundstoffe sind:

Platina (Pt), Gold (Au), Silber (Ag), Quecksilber (Hg), Kupfer (Cu), Blei (Pb), Zinn (Sn), Zink (Zn), Eisen (Fe), Nickel (Ni), Kobalt (Co), Mangan (Mn), Wismuth (Bi), Antimon (Sb), Arsen (As).

Diese Metalle sind mit Ausnahme des flüssigen Quecksilbers bei gewöhnlicher Temperatur fest; sie schmelzen aber bei erhöhter Temperatur, d. h. sie werden flüssig, und nehmen in der Regel bei noch höherer Temperatur Dampfform an. Zinn und Wismuth schmelzen schon am warmen Ofen; aber Zinn leichter als Wismuth, Wismuth leichter als das Blei, das Blei leichter als das Zink, das Zink leichter als das Antimon, das Antimon leichter als das Silber, das Silber leichter als das Gold, das Gold leichter als das Eisen, das Eisen leichter als das Platin.

Eine andere Gruppe von Grundstoffen kommt in den sogenannten Erden vor z. B. in der Kalkerde, der Thonerde, der Talk- oder Bittererde u. s. w. Diese Grundstoffe der sogenannten Erden sind auch metallisch glänzend, sie kommen aber niemals in der Natur rein vor, sondern nur in Verbindung mit anderen Grundstoffen, besonders mit dem Sauerstoff, zu welchem sie eine sehr große Verwandtschaft haben; und in dieser Verbindung bilden sie eben jene weit verbreiteten Erden. Ihr könnt Euch also merken das Kalkmetall oder Calcium (Ca), das Thonmetall oder Aluminium (Al), das Talkmetall oder Magnesium (Mg), das

Digitized by Google

Schwererdemetall oder Baryum (Ba), das Kieſelmetall oder Silicium (Si). Zum Unterſchiede von den ſchweren Metallen nennt man dieſe Grundſtoffe der Erden oder die Erdmetalle auch leichte Metalle.

Eine dritte Gruppe von Grundſtoffen findet ſich in den löslichen Salzen z. B. in unſerm Kochſalz, dem Kleeſalz, dem Salpeter, der Soda, in der Potaſche, dem Glauberſalz u. ſ. w. Sie haben eine noch größere Verwandtſchaft zum Sauerſtoff, wie die Erdmetalle und verbinden ſich mit demſelben unter Feuererſcheinung ſchon bei gewöhnlicher Temperatur, ſo daß ſie nur in ſolchen Flüſſigkeiten aufbewahrt werden können, welche wie z. B. das Petroleum, keinen Sauerſtoff enthalten. Dies ſind die ſogenannten alkaliſchen Metalle oder Alkalimetalle oder Metalloïde; von ihnen ſind beſonders wichtig das Natrium (Na) der Grundſtoff unſeres Kochſalzes, der Soda, des Glauberſalzes und das Kalium (K) der Grundſtoff des Kaliſalpeters, des Kleeſalzes, der Kali- oder Düngeſalze, der Potaſche; das Kalium hat unter allen Grundſtoffen die ſtärkſte Verwandtſchaft zum Sauerſtoff.

Eine vierte Gruppe bilden die luftförmigen Grundſtoffe unſerer Atmoſphäre der Sauerſtoff (O) und der Stickſtoff (N), ſo wie der Grundſtoff des Waſſers, der Waſſerſtoff (H); eine fünfte die ebenfalls luftförmigen ſogenannten Salzbildner, welche eine größere Verwandtſchaft zum Waſſerſtoff als zum Sauerſtoff haben; von ihnen könnt Ihr Euch merken das Chlor (Cl) und das Fluor (Fl) und eine ſechſte endlich die

Digitized by Google

drei, für Menschen, Thiere und Pflanzen so wichtigen, Grundstoffe, der Kohlenstoff, (C) der Phosphor (P) und der Schwefel (S).

Wir erhalten also 6 Gruppen von Grundstoffen und Elementen.

1. Die schweren Metalle Pt. Au. Ag. Hg. Cu. Pb. Sn. Zn. Fe. Ni. Co. Mn. Bi. Sb. As.
2. Die Erdmetalle Ca. Mg. Ba. Al. Si.
3. Die Alkalimetalle oder Metalloïde Na. K.
4. die Grundstoffe der Atmosphäre und des Wassers O. N. H.
5. Die Salzbildner Cl. Fl.
6. Die drei Grundstoffe C. P. S.

Außer diesen 30, sehr verbreiteten und für das menschliche Leben besonders wichtigen, Grundstoffen oder Elementen giebt es, wie ich schon bemerkte, noch einige 30 weniger verbreitete Elemente, mit deren Namen ich Euer Gedächtniß nicht beschweren will.

Von jenen 30 Elementen, die ich Euch genannt habe, kommen aber nur 11 in der Natur rein vor, nehmlich von den schweren Metallen das Platin (Platina), Gold, Silber, Quecksilber, Kupfer, Wismuth, Arsen, Antimon und das Eisen und die in der sechsten Gruppe genannten Stoffe Kohlenstoff und Schwefel.

Alle übrigen Grundstoffe haben eine so große Verwandtschaft zu andern Stoffen, besonders zum Sauerstoff, dem Wasserstoff und den Salzbildnern, daß man sie in der Natur niemals rein vorfindet, sondern erst künstlich aus ihren Verbindungen ausscheiden muß. Ja von jenen 11 Elementen muß man eigentlich noch vier

Digitized by Google

ausscheiden, denn es kommt in der Natur kein Platin vor, welches nicht geringe Mengen anderer seltener, verwandter Metalle,*) kein Gold, welches nicht Silber, kein Silber, welches nicht Gold enthielte; und das metallische Eisen findet sich in der Natur überhaupt nur in den Aërolithen oder Meteoriten, welche aus dem Weltraume auf unsere Erde fallen und auch in ihnen ist das Eisen immer mit etwas Nickel verbunden. Wir behalten also nur 7 in der Natur rein vorkommende Elemente:

1. das gediegene Quecksilber,
2. das gediegene Kupfer,
3. das gediegene Wismuth,
4. das gediegene Antimon,
5. das gediegene Arsen,
6. den gediegenen Schwefel,
7. den reinen Kohlenstoff, welcher in der Natur als Diamant und als Graphit vorkommt.

Die Grundstoffe kommen also in der Natur fast immer in chemischen Verbindungen vor und zwar ist es besonders der Sauerstoff, zu welchem, mit alleiniger Ausnahme der sogenannten edlen Metalle, Platin, Gold, Silber, Quecksilber und der Salzbildner, alle Grundstoffe eine geringere oder größere Verwandtschaft haben, so daß sie sich mit ihm gern verbinden.

Die Verbindungen des Sauerstoffs oder Oxygens mit den anderen Grundstoffen nennt man Oxyde; das Kupferoxyd ist also

*) Osmium, Iridium, Palladium u. s. w.

Digitized by Google

eine Verbindung von Kupfer mit Sauerstoff, das Eisenoxyd eine Verbindung von Eisen mit Sauerstoff u. s. w.

Nun kann sich aber ein und derselbe Grundstoff mit dem Sauerstoff in sehr verschiedenen Verhältnissen verbinden; es giebt also z. B. mehrere Oxyde des Eisens und das Verhältniß, in welchem sich der Sauerstoff mit den Grundstoffen verbindet, ist immer ein einfaches dergestalt, daß wenn man eine unendlich kleine Menge des Sauerstoffs und eines anderen Grundstoffs mit dem Ausdruck Atom oder Aequivalent bezeichnet, sich immer ein Atom des Grundstoffs mit einem, zwei, drei, fünf Atomen Sauerstoff verbindet; nicht z. B. mit $^4/_5$ oder $^7/_8$ Atomen Sauerstoff, oder es verbinden sich zwei Atome des Grundstoffes mit einem, drei, fünf Atomen Sauerstoff. Bezeichnen wir z. B. den Grundstoff Eisen mit Fe (ferrum) und den Sauerstoff mit O, so giebt es eine Verbindung FeO, in welcher 1 Atom Eisen mit einem Atom Sauerstoff verbunden ist und eine andere Fe_2O_3, in welcher 2 Atome Eisen mit 3 Atomen Sauerstoff verbunden sind; die erstere heißt Eisenoxydul; die andere Eisenoxyd; beide Verbindungen sind aber Oxyde oder Oxydationsstufen des Eisens. Es würde uns zu weit führen, wenn ich Euch die Zusammensetzung aller Oxyde der Grundstoffe mittheilen wollte; Ihr könnt Euch nur merken, daß wenn unter den Oxydationsstufen ein und desselben Grundstoffs ein Oxydul und ein Oxyd unterschieden werden, das erstere immer weniger Sauerstoff enthält, als das Oxyd; dann könnt Ihr Euch ferner merken, daß die Oxyde der Erdmetalle die Erden bilden. Es ist die reine

Digitized by Google

Kalkerde nichts weiter als Calciumoxyd (CaO), die Talk- oder Bittererde Magnesiumoxyd (MgO), die Schwererde Baryumoxyd (BaO), die Kieſelerde Siliciumoxyd (SiO_3), in welchem aber 3 Atome Sauerſtoff mit einem Atom Kieſelmetall oder Silicium verbunden ſind; die Thonerde endlich Aluminiumoxyd (Al_2O_3), in welchem 3 Atome Sauerſtoff mit 2 Atomen Thonmetall oder Aluminium verbunden ſind.

Die Oxyde der Alkalimetalle oder Metalloïde Kalium und Natrium ſind das Kali (KO) und das Natron (NaO); das Oxyd des Waſſerſtoffs iſt das Waſſer (H_2O), in welchem genau 2 Raumtheile Waſſerſtoff mit einem Raumtheil Sauerſtoff verbunden ſind; ein Oxyd des Stickſtoffs iſt die Salpeterſäure oder das Scheidewaſſer, in welchem zwei Atome Stickſtoff mit 5 Atomen Sauerſtoff verbunden ſind (N_2O_5); die Schwefelſäure (SO_3) iſt ein Oxyd des Schwefels, die Kohlenſäure (CO_2) ein Oxyd des Kohlenſtoffs.

Zweite Lection.

Die Oxyde der verſchiedenen Grundſtoffe verbinden ſich nun wieder untereinander, und zwar laſſen ſich zwei Reihen von Oxyden unterſcheiden, die Baſen und die Säuren, welche einander dergeſtalt gegenüberſtehn, daß ſich die Glieder einer und derſelben Reihe nicht ſo häufig unter einander als vielmehr mit den Gliedern der anderen Reihe verbinden; und dieſe Verbin-

Digitized by Google

dungen von Basen und Säuren nennt die Chemie Salze. In jedem Salz ist also eine Säure und eine Basis vorhanden; beide, Säure und Basis, sind Oxyde d. h. Verbindungen eines Grundstoffs mit Sauerstoff und es steht immer die Sauerstoffmenge der Basis in einem einfachen Verhältniß zu der in der Säure enthaltenen Menge Sauerstoff. So ist z. B. der gewöhnliche Kalkstein, die Kreide, der Marmor, im chemischen Sinne ein Salz, obgleich sie sich nicht wie unser Kochsalz, das Bittersalz u. s. w. im Wasser auflösen lassen, denn sie sind eine Verbindung von Kalkerde (Calciumoxyd CaO) mit Kohlensäure (Kohlenstoffoxyd CO_2); sie sind also kohlensaure Kalkerde (CaO CO_2) und es verhält sich der Sauerstoff der Basis, der Kalkerde, zum Sauerstoff der Säure, der Kohlensäure, wie 1: 2; denn ein Atom Kalkerde enthält nur 1 Atom Sauerstoff, während ein Atom Kohlensäure zwei Atome Sauerstoff enthält. So ist ferner das Bittersalz ein Salz, es ist eine chemische Verbindung von Bittererde (Magnesiumoxyd MgO) mit Schwefelsäure (SO_3) oder schwefelsaure (Magnesia MgO SO_3); und die Säure enthält in diesem Salz dreimal so viel Sauerstoff, wie die Basis.

Die meisten in der Natur vorkommenden leblosen Stoffe sind Salze im chemischen Sinne d. h. Verbindungen von Basen und Säuren. Die wichtigsten und verbreitetsten Basen sind die Oxyde der Alkalimetalle oder die Alkalien, besonders das Kali und das Natron; ferner die Erden oder die Oxyde der Erdmetalle, die Talk- oder Bittererde (Magnesia), Kalkerde, Schwererde, Thon-

Digitized by Google

erde, mit Ausnahme der Kieselerde, welche zu den Säuren gehört; und endlich die Oxyde der schweren Metalle oder die Metalloxyde im engeren Sinne, mit Ausnahme der gewöhnlich vorkommenden Oxyde von Arsen und Antimon, welche zu den Säuren zählen. Nur das Kali und das Natron (sehr schwer auch die Magnesia) lösen sich im Wasser, die übrigen Basen sind im kalten Wasser unlöslich.

Die wichtigsten und verbreitetsten Säuren sind die Schwefelsäure (SO_3), die Salpetersäure (N_2O_5), die Phosphorsäure (P_2O_5), die Kieselsäure (SiO_3), so wie die so giftige arsenige Säure (AsO_3). Sie sind sämmtlich im Wasser löslich.

Es giebt nun gewisse Flechten,*) aus deren Saft eine blaufärbende Flüssigkeit, die Lakmustinctur hergestellt wird; hier dieses blaue Löschpapier ist mit Lakmus gefärbt. Wenn ich nun dasselbe in eine Säure tauche, so färbt es sich sofort roth. In dieses Gläschen**) mit Wasser lasse ich ein paar Tropfen Schwefelsäure fallen; ihr seht, daß sich das blaue Lakmuspapier sofort roth färbt, so weit es in die Flüssigkeit eingetaucht war; wenn ich aber das durch Säure roth gefärbte Lakmuspapier in die Auflösung einer Basis eintauche, z. B. in dieses Gläschen mit Wasser, in

*) Roccella tinctoria auf den Azoren, den canarischen Inseln, im südlichen Frankreich und südlichen England und in Südamerika und Lecanora tartarea in Schweden, Norwegen und Schottland.

**) Am Besten eignet sich ein Liqueurgläschen.

Digitized by Google

welches ich einige Tropfen Kalilösung habe fallen lassen, so färbt sich das Papier sofort wieder blau. Ihr könnt euch also merken: Die Auflösungen von Säuren färben das blaue Lakmuspapier roth; die Auflösungen von Basen färben das rothe Lakmuspapier blau; die Säuren lassen das rothe, die Basen das blaue Lakmuspapier unverändert.

Wenn nun im Wasser ein Salz aufgelöst ist; — ich will z. B. in dieses Gläschen etwas Bittersalz schütten, welches aus schwefelsaurer Magnesia oder Bittererde besteht ($MgO\ SO_3$), — so ist die Säure, (in diesem Falle die Schwefelsäure) mit der Basis (in diesem Falle die Magnesia oder Bittererde) so innig verbunden, daß beide auf das Lakmuspapier nicht wirken können; die Auflösung läßt also sowohl das rothe, wie das blaue Lakmuspapier unverändert; man sagt: die Lösung reagirt neutral d. h. weder basisch noch sauer. Sobald ich aber etwas Säure oder Basis*) hinzufüge, so wird die Lösung sofort sauer oder basisch reagiren, d. h. das blaue Lakmuspapier roth oder das rothe blau färben, je nachdem sie Säure oder Basis im Ueberschuß enthält.

Die chemischen Verbindungen des Wassers mit den Grundstoffen, Oxyden und Salzen nennt die Chemie Hydrate (von hydor das Wasser) zum Unterschied von den bloßen Auflösungen der Stoffe in Wasser. In den Hydraten ist immer eine dem Gewichte oder Raume nach ganz bestimmte Menge Wasser mit

*) Der Lehrer nehme hierzu ein paar Tropfen Kalilösung oder Ammoniak.

Digitized by Google

einem Grundstoff, einem Oxyde oder einem Salz verbunden. Der Gyps ist z. B. ein Hydrat; er besteht aus einem Theile schwefelsaurer Kalkerde und 2 Theilen Wasser ($CaO\ SO_3 + 2\ H_2O$). Dagegen lösen sich Kochsalz, Bittersalz, Vitriol, Zucker und andere Pflanzensäfte in jedem Verhältniß in Wasser auf.

Die verschiedenen Säuren und Basen haben zu einander ferner eine verschiedene Verwandtschaft; d. h. die eine Basis hat eine stärkere Neigung sich mit einer bestimmten Säure zu verbinden, als die andere; und die eine Säure ist stärker als die andere.

Hier dieser blaue Körper ist Kupfervitriol d. h. schwefelsaures Kupferoxyd ($CuO\ SO_3$); (es ist zwar auch etwas Wasser, sogenanntes Krystallwasser darin; dasselbe ist aber kein Hydratwasser, d. h. es ist nicht chemisch mit dem Kupfersalz verbunden; das schwefelsaure Kupferoxyd besteht auch ohne dieses Wasser; es bedarf desselben nur zur Krystallbildung oder Krystallisation. Wenn ich diesen Kupfervitriol nun in Wasser auflöse*) und in diese Lösung einen eisernen Nagel tauche, so lässt die Schwefelsäure das Kupfer los — das schwefelsaure Kupferoxyd wird zerlegt — und nimmt sich an Stelle desselben eine entsprechende Menge Eisen von dem Nagel, weil sie eine stärkere Verwandtschaft zum Eisen hat, wie zum Kupfer: der Nagel überzieht sich, wie ihr seht, mit rothem metallischem Kupfer; — das Kupfer wird ausgefällt — dagegen ist in der Flüssigkeit nach einiger Zeit kein Kupfer-

*) Ein Stückchen von der Größe einer Haselnuß in einem Liqueurgläschen mit Wasser.

Digitized by Google

vitriol, sondern Eisenvitriol oder schwefelsaures Eisenoxydul ($FeO\ SO_3$) vorhanden; ihr werdet deutlich wahrnehmen, daß die blaue Farbe der Flüssigkeit allmälig in die grüne des Eisenvitriols übergeht. *)

Ebenso leicht kann man diese verschiedene Verwandtschaft der Säuren und Basen zu einander erkennen an dem Brausen des gewöhnlichen Kalksteins, der Kreide, des Marmors, welche, wie ich schon bemerkte, aus kohlensaurer Kalkerde bestehn; und zwar ist in dem Kalkstein, der Kreide, dem Marmor ein Atom oder Aequivalent Kohlensäure mit einem Atom oder Aequivalent Kalkerde verbunden. — $CaO\ CO_2$ — Wenn ich nun hier dieses Stück Kreide mit Schwefelsäure in Berührung bringe, **) so entweicht die Kohlensäure in Bläschen — der Kalkstein braust

*) Hier würde auch die Herstellung eines Bleibaums oder Kupferbaums am Platze sein. — Um ersteren herzustellen, löst man pp. 4 bis 5 Gramm Bleizucker, essigsaures Bleioxyd, in dem 100fachen Gewicht destillirten Wassers; setzt etwa 2 bis $2^1/_2$ Gramm concentr. Essig hinzu, und filtrirt durch Fließpapier. In die Flüssigkeit, die man in ein weißes weites Glas schüttet, taucht man etwa $2-2^1/_2$ Cm. tief ein blankes Zinkstäbchen oder einen pp. 4 Mm. breiten Streifen weißes Zinkblech oder noch besser ein an den Enden etwas auseinandergebogenes Bündel feiner Zinkdrähte ein. — Kupferbaum aus Kupfervitriollösung und etwas freier Schwefelsäure und einem Stückchen reinen Eisendrahts. — Silberbaum aus einer Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd und einem Tropfen Quecksilber.

**) Der Lehrer vermeide das directe Tröpfeln aus der Flasche, beschaffe sich vielmehr aus einer nahen Apotheke ein Glasstäbchen; tauche dasselbe in das mit der Säure gefüllte Fläschchen und betupfe mit dem Glasstäbchen die Kreide.

Digitized by Google

— weil die Schwefelsäure eine stärkere Verwandtschaft zur Kalkerde hat als die Kohlensäure. Auch die Basen haben eine verschiedene Verwandtschaft zu den Säuren; die eine Basis ist stärker als die andere; so haben z. B. das Kali und das Natron eine stärkere Verwandtschaft zu den Säuren, als die Kalkerde, die Talkerde, Schwererde, Thonerde u. s. w., d. h. die Alkalien sind im Allgemeinen stärkere Basen als die Erden; man kann ebenso wie ich das Kupfer aus Vitriollösung durch Eisen ausfällte, die Erden aus ihren Lösungen durch die Alkalien ausfällen. Die Erden sind im Allgemeinen wieder stärkere Basen als die eigentlichen Metalloxyde und auf dieser verschiedenen Verwandtschaft der Säuren zu den Basen und umgekehrt, beruht die ganze chemische Analyse d. h. die Kunst, einen Stoff aus seiner chemischen Verbindung auszuscheiden, wie ich oben das Kupfer aus seiner Verbindung mit der Schwefelsäure ausschied.

Es wird ferner zu diesem Zweck benutzt die verschiedene Löslichkeit der verschiedenen Stoffe und Verbindungen in bestimmten Flüssigkeiten; so hat das Gold keine Verwandtschaft zur Salpetersäure; es ist in derselben unlöslich, während Silber, Kupfer, Blei, Eisen, Zink, Wismuth u. s. w.*) durch die Salpetersäure angegriffen und aufgelöst werden. Wenn man also ein goldhaltiges Metallgemisch hat, z. B. Goldmünzen und Schmucksachen, welche alle Kupfer oder Silber enthalten und dasselbe in Salpetersäure legt, so lösen sich nach einiger Zeit jene Metalle auf, während das

*) Aber nicht Zinn und Antimon.

Digitized by Google

Gold ungelöst zurückbleibt, sich ausscheidet; daher heißt die Salpetersäure auch Scheidewasser, weil sie früher zur Scheidung von Gold und Silber benutzt wurde. Das Gold läßt sich nur in Königswasser auflösen, d. i. in einer Mischung von Salpetersäure und Salzsäure (welche letztere Säure Ihr später noch kennen lernen werdet) in verschiedenenen Verhältnissen; das Königswasser läßt sich sehr leicht durch Auflösung von Kochsalz in Salpetersäure herstellen.

In der neuesten Zeit hat man nun aber endlich auch die wichtige Entdeckung gemacht,*) daß die glühenden Dämpfe verschiedener Grundstoffe verschieden gefärbtes Licht ausstrahlen; daß also z. B. die Regenbogenfarben unseres Sonnenlichtes von verschiedenen in der Sonnenatmosphäre glühenden Stoffen herrühren. Legt man diese verschieden gefärbten Lichtstrahlen durch einen brechenden Körper (ein Prisma) neben einander (Spectrum), wie dies unsere Atmosphäre so häufig nach dem Regen im Regenbogen thut; und wie Ihr es auch sofort sehn könnt, wenn ein heller Sonnenstrahl durch ein Glas oder eine Flasche mit Wasser fällt, so kann man die Lage der verschieden gefärbten Streifen messen und wenn man eine Flamme auf diese Weise untersucht, so kann man durch diese Spectralanalyse bestimmen, welche Stoffe in derselben glühn. Wenn das Licht der glühenden Gase aber durch ein anderes Gasgemenge in unser Auge gelangt, so erhält das Spectrum schwarze Linien, (Absorptionsstreifen) genau an den Stellen, an welchen das nicht

*) Bunsen und Kirchhoff.

Digitized by Google

leuchtende Gasgemenge im glühenden Zustande selbst farbige Streifen geben würde; und aus deren Lage kann man wiederum ebenso bestimmen, welche Stoffe sich in dem Gasgemenge befinden, durch welches das Licht hindurchgegangen ist. Die kleinsten Mengen gewisser chemischer Stoffe, welche die chemische Analyse nicht mehr nachzuweisen vermag, lassen sich auf diese Weise noch erkennen und bestimmt nachweisen; ja es ist auf diesem Wege, durch die Spectralanalyse, gelungen, bestimmt festzustellen, daß gewisse Stoffe in der Atmosphäre unserer Sonne, ja sogar in der der Fixsterne und in der schwachen Lichthülle der Kometen glühn.

Dritte Lection.

Bisher haben wir nur von Oxyden oder Verbindungen der Grundstoffe mit Sauerstoff gesprochen; wir haben daher nur Sauerstoffbasen, Sauerstoffsäuren und Sauerstoffsalze kennen gelernt; es giebt aber auch Basen, Säuren und Salze, welche keinen Sauerstoff enthalten und doch sehr wichtig und verbreitet sind; von diesen Stoffen wollen wir nun noch einige kennen lernen.

Vor allen wichtig in dieser Beziehung sind die Salzbildner, von denen ich euch das Chlor (Cl) und das Fluor (Fl) genannt habe; sie verbinden sich mit dem Wasserstoff Hydrogen (H) zu Säuren und so erhalsen wir zwei Wasserstoffsäuren, die wichtige Chlorwasserstoffsäure oder Salzsäure, (ClH) welche aus gleichen Raumtheilen Chlor und Wasserstoff besteht und den

Digitized by Google

letzteren Namen deshalb erhalten hat, weil sie aus dem Kochsalz dargestellt wird, wenn man dasselbe mit Schwefelsäure behandelt; und die Fluorwasserstoffsäure oder Flusssäure, welche aus Fluor und Wasserstoff (Fl H) besteht und durch Behandlung des Flussspaths mit Schwefelsäure hergestellt wird; die Flusssäure greift sogar das sonst allen Säuren widerstehende Glas an; so daß man dasselbe mit ihr ätzen kann.

Der Wasserstoff verbindet sich aber ferner mit den Grundstoffen zu Basen und von diesen Wasserstoffbasen ist besonders wichtig das Ammoniak (NH_3), eine Verbindung von einem Atom Stickstoff mit 3 Atomen Wasserstoff, die stärkste Basis, welche es giebt; in der Natur sehr verbreitet und leicht kenntlich an dem stechenden Geruch, welchen ihr z. B. am Salmiak und am Urin wahrnehmt, welche beide Ammoniak enthalten. Der Salmiak ist eine Verbindung von Salzsäure und Ammoniak (NH_3 ClH), also ein Wasserstoffsalz und deshalb nennt man das Ammoniak auch „Salmiakgeist"; in dem Salmiak verhalten sich also die Wasserstoffmengen der Säure und der Basis, wie 1 zu 3 d. h. die Basis, das Ammoniak, enthält 3 mal so viel Wasserstoff wie die Säure.

Der Wasserstoff ist der leichteste Körper, welchen wir kennen, denn er ist $14^1/_2$ mal leichter als die atmosphärische Luft, und da diese bei dem gewöhnlichen Barometerstand wieder gegen 770 mal leichter als das Wasser ist, so ist der Wasserstoff ungefähr 11000 mal leichter als das Wasser; er ist ferner etwa 16 mal leichter als der Sauerstoff. Deshalb wurden auch die Luftballons früher mit

Digitized by Google

Wasserstoffgas gefüllt, während man jetzt gewöhnlich Leuchtgas dazu verwendet, eine Verbindung von Kohlenstoff und Wasserstoff, welche auch leichter ist als die atmosphärische Luft. Die letztere besteht aus ungefähr 79 Raumtheilen Stickstoff und 21 Raumtheilen Sauerstoff, welchem Gemenge etwa 1 Procent Wasserdampf und kohlensaures Gas in sehr veränderlichem Verhältniß beigemischt ist. Der Wasserstoff brennt mit matt leuchtender, aber sehr heißer Flamme und verbindet sich bei dieser Verbrennung mit dem Sauerstoff der Luft zu Wasser. Durch seine Brennbarkeit unterscheidet er sich vom Sauerstoff, welcher selbst nicht brennt; ohne welchen aber kein anderer Stoff brennen kann, welcher daher die Verbrennung unterhält und befördert, denn bei jeder Verbrennung verbindet sich der brennende Stoff mit Sauerstoff.

Hier in dieses Gläschen (Reagensgläschen) schütte ich etwas chlorsaures Kali; eine chemische Verbindung von Chlorsäure (ClO_5) und Kali (KO). Jedes Atom dieses Salzes enthält also 6 Theile Sauerstoff ($KO\,ClO_5$). Sobald ich dieses Salz schmelze*) und die geschmolzene Masse weiter erhitze, entweicht ein großer Theil des Sauerstoffs. Ihr seht, daß dieser glühende Holzspahn sofort mit lebhafter Flamme brennt, wenn ich ihn in das Gläschen halte.**)

Der Sauerstoff führt auch den Namen Lebensluft, weil

*) Ueber einer kleinen Spirituslampe, wie sie jeder Klemptner für ein paar Groschen fertigt.

**) Ist die Schule im Besitz einer pneumatischen Wanne, überhaupt eines kleinen, übrigens gar nicht kostspieligen, Apparates (pp.

Digitized by Google

ohne Sauerstoff weder ein Thier- noch ein Pflanzenleben bestehn kann; im reinen Sauerstoff sterben indeß auch Thiere und Pflanzen; weil sie außer derselben zu ihrem Leben des Stickstoffs, die Pflanzen auch der Kohlensäure bedürfen.

Die Salzbildner verbinden sich aber endlich ohne Wasserstoff mit den Grundstoffen zu Salzen und haben hiervon ihren Namen; so besteht das gewöhnliche Kochsalz aus Chlor und Natrium (NaCl); es enthält weder Wasserstoff noch Sauerstoff und ist doch ein Salz; der Flussspath, welcher in schönen Würfeln in der Natur vorkommt und zur Darstellung der Flusssäure benutzt wird, ist eine Verbindung von Fluor und Calcium (CaFl); enthält also auch weder Wasserstoff noch Sauerstoff; in dem zum Bleichen und zur Luftreinigung verwendeten Chlorkalk ist eine Verbindung von Calcium und Chlor (CaCl) enthalten.*) Bei der Entwickelung des Sauerstoffs aus dem chlorsauren Kali wurde ein Theil des Salzes in Chlorkalium (KCl) verwandelt.

Auch mit den schweren oder eigentlichen Metallen verbinden sich die Salzbildner in verschiedenen Verhältnissen; es giebt Chlorsilber, Chlorblei, Chlorkupfer u. s. w., und zwar unterscheidet man, wie bei den verschiedenen Oxydationsstufen, eines und desselben Grund-

---

3 Thlr.) zur Entwicklung von Wasserstoff und Sauerstoff, so lässt sich der Unterschied zwischen Wasserstoff und Sauerstoff recht deutlich zeigen.

*) Chlorkalk ist ein Gemenge von unterchlorigsaurem Kalk, Chlorcalcium und Kalkhydrat.

Digitized by Google

stoffes Chlorüre und Chloride; die ersteren entsprechen dem Oxydul, die letzteren dem Oxyd; erstere enthalten also weniger, letztere mehr Chlor.

Wir wollen jetzt noch einige Eigenschaften und Verbindungen der drei in der Natur so weit verbreiteten und für das Leben so wichtigen Grundstoffe der sechsten Gruppe des Kohlenstoffs, des Schwefels und des Phosphors kennen lernen.

Der Kohlenstoff findet sich in der Natur rein vor als Diamant und als Graphit; viel häufiger aber ist er mit Sauerstoff und Wasserstoff verbunden; der Thier- und Pflanzenkörper besteht zum bei Weitem größten Theile aus Verbindungen des Kohlenstoffs mit Wasserstoff und Sauerstoff. Das Leuchtgas, das Petroleum, Photogen, Solaröl, Paraffin sind Kohlenwasserstoffe oder Verbindungen von Kohlenstoff und Wasserstoff in sehr verschiedenen Verhältnissen. Harz, Fett, Pflanzenöl, Spiritus oder Alkohol bestehn aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff; und da auch aller pflanzlicher und thierischer Faserstoff aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff; der thierische aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff, besteht, so enthält also auch alles Holz, jedes Gewebe aus Leinen- und Hanffaser oder Baumwolle, das Papier, die Wolle, Seide u. s. w. sehr viel, über die Hälfte, Kohlenstoff. Mit dem Sauerstoff verbindet sich der Kohlenstoff, wenn man ihn erhitzt, unter Lichterscheinung (Glühen) zu Kohlensäure, CO_2, in welcher zwei Atome Sauerstoff mit einem Atom Kohlenstoff verbunden sind; wir sagen, der Kohlen-

Digitized by Google

stoff verbrennt zu Kohlensäure. Ebenso bildet sich bei der Verbrennung der Kohlenwasserstoffverbindungen, Spiritus, Leuchtgas, Petroleum u. s. w. Kohlensäure und Wasser; indem sich mit dem Sauerstoff der Luft der Kohlenstoff zu Kohlensäure, der Wasserstoff aber zu Wasser verbinden; beide verbrennen. Auch der Verdauungs- und Athmungsproceß der Menschen und Thiere beruht auf der Verbrennung des in den Nahrungsmitteln und im Blute enthaltenen Kohlenstoffs und der Kohlenwasserstoffverbindungen zu Kohlensäure und Wasser, welche von den Thieren ausgeathmet werden. Die Pflanzen aber athmen außer dem Sauerstoff auch Kohlensäure ein; und besitzen in ihren grünen Theilen einen Apparat, welcher bei Einwirkung des Lichts dieselbe in Kohlenstoff und Sauerstoff zerlegt. Den ersteren verwenden die Pflanzen zum Aufbau der verschiedenen festen und flüssigen Theile ihres Körpers, während sie den Sauerstoff ausathmen und bezüglich der Thierwelt zurückgeben; der ganze Kohlenstoff, der in den Steinkohlenflötzen enthalten ist, hat sich also ursprünglich einmal als Kohlensäure in der Luft befunden und wird durch die Verbrennung der Steinkohlen der Luft in Form von Kohlensäure wieder zurückgegeben. Kohlensäure, Kohlenstoff, Sauerstoff vollenden daher einen ununterbrochenen Kreislauf zwischen Thierwelt, Pflanzenwelt und Atmosphäre.

Wenn wir den Baum fällen und das Holz verbrennen, so treiben wir zunächst den Wasserstoff aus, welcher mit wenig leuchtender Flamme zu Wasser verbrennt; er bildet die äußerste matte

Digitized by Google

Hülle jeder Flamme; dann folgen die hell weiß leuchtenden glühenden Kohlenwasserstoffverbindungen, welche zu Kohlensäure und Wasser verbrennen; der schwarze Rauch aber, welcher sich bei der Verbrennung entwickelt; besteht aus unverbrannten Kohlentheilen. Sobald aus dem Holz Wasserstoff und Kohlenwasserstoffverbindungen ausgetrieben sind, bleibt der Kohlenstoff als Holzkohle zurück; man erzeugt sie im Großen in den Kohlenmeilern; in welchen die zu verkohlenden Hölzer mit Erde bedeckt werden, damit möglichst wenig Kohlenstoff verbrennt d. h. mit dem Sauerstoff der Luft zu Kohlensäure sich verbindet. Die Holzkohlen bestehn fast aus reinem Kohlenstoff und brennen ohne helle Flamme, weil sie weder Wasserstoff noch Kohlenwasserstoffverbindungen enthalten, welche allein eine solche unterhalten können; sie glühn vielmehr nur und verbrennen hierbei zu Kohlensäure, CO_2, welche gasförmig aber schwerer ist als die atmosphärische Luft; und selbst nicht brennt. Es verlöscht im Gegentheil jedes Licht, welches in kohlensaures Gas gebracht wird, weil es in demselben keinen freien Sauerstoff zur Verbrennung seiner Kohlenwasserstoffverbindungen findet, und ebenso müssen Thiere und Menschen in dem kohlensauren Gase ersticken, weil sie in demselben keinen freien Sauerstoff zum Einathmen, bezüglich zur Verbrennung der Nahrungsmittel und des Blutes in der Lunge finden. Auch die Pflanzen sterben in reinem kohlensauren Gase, weil auch sie des Sauerstoffs zu ihrem Leben bedürfen. Die Bergleute und Brunnenmacher lassen, wenn sie fürchten, daß sich im Grunde eines Schachtes oder Brunnens

Digitized by Google

Kohlensäure, kohlensaures Gas angesammelt haben könnte, gern ein brennendes Licht hinab; verlöscht dasselbe, so dürfen sie nicht hinabsteigen, bevor nicht die Kohlensäure entfernt ist.

Wenn man aber den erhitzten glühenden Kohlen weniger Sauerstoff zuführt, als sie bedürfen um Kohlensäure zu bilden, dann entwickelt sich aus ihnen das für Menschen und Thiere so schädliche Kohlenoxydgas, welches nur ein Atom Sauerstoff enthält, (CO); dasselbe brennt mit blauer Flamme und ist leichter als die atmosphärische Luft, steigt daher nach oben, während die Kohlensäure zu Boden sinkt. Man kann dies Kohlenoxydgas an jeder Flamme, jedem Kohlenfeuer erkennen. Jede Gas- oder Kerzenflamme ist unten unmittelbar am Dochte oder der Ausströmungsöffnung durch ein schön blau gefärbtes Rändchen eingefaßt; und auch an glühenden Kohlen kann man oft blaue und violette Flämmchen wahrnehmen; beide Erscheinungen rühren vom brennenden Kohlenoxydgas her, welches bei der Verbrennung sich ebenfalls mit dem Sauerstoff der Luft zu Kohlensäure verbindet.

Um das Zurücktreten des so giftigen und gefährlichen (ganz geruchlosen) Kohlenoxydgases aus den Stubenöfen in die Zimmerräume zu verhüten, muß man dafür sorgen, daß der Ofen einen guten Zug hat, d. h. daß dem Kohlen- oder Holzfeuer recht viel atmosphärische Luft und mit dieser recht viel Sauerstoff zugeführt wird, damit alles Kohlenoxydgas zu Kohlensäure verbrennt und schließlich durch den Zug des Schornsteins fortgeführt wird. Ferner muß man die gefährlichen Ofenklappen ganz beseitigen, und

Digitized by Google

wenn man den Zug unterbrechen will, um die warme Luft möglichst lange im Ofen zurückzuhalten, lieber an den unteren, vorderen Ofenthüren einen möglichst luftdichten Verschluß herstellen; die Verbindung des Ofens mit dem Schornstein aber offen erhalten; dann kann das im Ofen entwickelte leichte Kohlenoxydgas nicht in das Zimmer treten, sondern muß durch den Schornstein entweichen.

Wir haben also zwei verschiedene Oxydationsstufen des Kohlenstoffs kennen gelernt, die so weit verbreitete Kohlensäure (CO_2), welche sich im Kalkstein ($CaO\ CO_2$) und in der Soda ($NaO\ CO_2$) findet, den Schaum des Bieres, Selterwassers, Champagnerweins hervorbringt und sich bei jedem Verbrennungs-, Verdauungs- und Gährungsprozeß entwickelt; und das giftige, leichte, blaubrennende Kohlenoxydgas (CO). Es giebt nun endlich noch eine dritte Oxydationsstufe des Kohlenstoffes, die Oxalsäure ($C_2O_3 + H_2O$), in welcher 3 Atome Sauerstoff mit zwei Atomen Kohlenstoff verbunden sind, welche indeß ohne Wasser nicht bestehn kann. Diese Oxalsäure kommt nur im Pflanzenreiche vor, besonders in dem Sauerklee (Oxalis acetosella) und in andern sauerlich schmeckenden Pflanzen wie z. B. dem Sauerampfer. Ich führe euch diese Oxalsäure nur an, weil sie in dem sogenannten Kleesalz enthalten ist, welches in der Hauswirthschaft zum Entfernen der Dintenflecke aus Zeugstoffen, Holz u. s. w. verwendet wird; dasselbe besteht aus oxalsaurem Kali ($KO\ 2C_2O_3 + 2H_2O$).

Digitized by Google

Vierte Lection.

Der zweite sehr wichtige und in der Natur sehr verbreitete Grundstoff der sechsten Gruppe ist der Schwefel. Er kommt, wie der Kohlenstoff in der Natur rein vor; weil er wie jener zwar eine sehr starke Verwandtschaft zum Sauerstoff hat, aber doch eine höhere Temperatur verlangt, wenn er sich mit ihm verbinden soll. Hier seht ihr gediegenen Schwefel, wie er in Sicilien und Galizien gewonnen wird. Ihr kennt auch die Schwefelfäden und wisst, daß sie mit blauen Flammen brennen und daß die Schwefeldämpfe, die sich auch bei der Entzündung der Schwefelhölzchen entwickeln, einen stechenden Geruch haben und zum Husten reizen. Diese blaue Flamme des Schwefels ist wiederum, wie die helle Flamme des Leuchtgases und der Kerze und des Holzfeuers nichts als eine Lichterscheinung, hervorgerufen durch die Verbindung des Schwefels mit Sauerstoff und zwar bildet sich eine Verbindung, in welcher ein Atom Schwefel mit zwei Atomen Sauerstoff verbunden ist (SO_2), und diese Verbindung ist die schwefelige Säure, nicht die Schwefelsäure SO_3, welche drei Atome Sauerstoff auf ein Atom Schwefel enthält; aber immer mit Wasser verbunden ist.

Die Schwefelsäure (SO_3) ist eine der stärksten Säuren und kommt in der Natur, wenn auch nicht in freiem Zustande, sondern in Verbindung mit andern Stoffen und Oxyden viel häufiger

Digitized by Google

vor, als die schwefelige Säure; man nennt sie im gewöhnlichen Leben auch Vitriolöl oder kurz Oleum, weil sie in jedem Vitriol enthalten ist, im Kupfervitriol, Eisenvitriol, u. s. w.

Die Schwefelsäure greift alle Stoffe an; d. h. sie hat zu allen Stoffen eine starke Verwandtschaft. Alle Metalle mit wenigen Ausnahmen (Gold, Platin) lassen sich in Schwefelsäure auflösen; es verbindet sich die Schwefelsäure aber nicht mit den metallischen Grundstoffen, sondern mit deren Oxyden, also z. B. nicht mit Kupfer, sondern mit dem Kupferoxyd, nicht mit dem Eisen, sondern mit dem Eisenoxydul, und bildet mit ihnen schwefelsaure Metallsalze, welche meistens im Wasser löslich sind und Vitriole genannt werden; aus dem Eisenvitriol wird die sogenannte braune, rauchende oder Nordhäuser Schwefelsäure dargestellt, welche daher auch vorzugsweise den Namen Vitriolöl führt, während die englische oder concentrirte wasserhaltige, nicht rauchende Schwefelsäure durch Verbrennung von Schwefel oder aus Dämpfen schwefeliger Säure gewonnen wird, welche in großen Bleikammern mit salpetersauren Dämpfen in Berührung gebracht werden. Die letzteren geben ein Atom Sauerstoff an die schwefelige Säure ab und oxydiren diese dadurch zu Schwefelsäure. Diese Fabrikation erfolgt in den Schwefelsäurefabriken; und zwar wird in denselben zur Entwickelung der schwefeligen Säure hauptsächlich der in der Natur sehr verbreitete Schwefelkies benutzt, hier dieses graugelbglänzende Mineral ist Schwefelkies. — Der Schwefelkies besteht aus 1 Atom Eisen und 2 Atomen Schwe-

Digitized by Google

fel FeS_2 und giebt, wenn er erhitzt wird, ein Atom Schwefel ab, welcher zu schwefeliger Säure verbrannt wird.

Die Schwefelsäure ist die stärkste Säure, welche wir kennen, sie hat im Allgemeinen zu allen Basen die stärkste Verwandtschaft, so daß man jede andere Säure durch sie aus ihren Verbindungen ausscheiden kann; sie wird daher zur Darstellung der Salpetersäure, der Salzsäure, der Flusssäure, der Superphosphate ꝛc. und überhaupt zu den mannigfachsten chemischen Prozessen benutzt.

Wenn metallene Gegenstände von Zinn, Messing, Stahl u. s. w. länger der Luft ausgesetzt sind, so werden sie *blind*, weil sich die freiliegenden Metalltheile mit dem Sauerstoff der Luft verbinden und eine feine Oxydschicht bilden, welche die Gegenstände überzieht und den lebhaften Metallglanz vernichtet. Die Schwefelsäure frisst diese feine Oxydschicht sofort weg, indem sie sich mit den gebildeten Metalloxyden zu Vitriol verbindet, und macht die Gegenstände wieder blank; deshalb wird die Schwefelsäure oder das Vitriolöl, *Oleum*, mit Wasser verdünnt auch zum *Putzen* metallner Gegenstände verwendet. Alle pflanzlichen und thierischen Stoffe werden durch die Schwefelsäure zerstört und zerfressen; alle Farben verändert; deshalb muß man mit der Schwefelsäure sehr vorsichtig umgehn. Wenn ein Tropfen Schwefelsäure auf Zeugstoffe fällt, erzeugt er einen nie zu beseitigenden Fleck und frisst, wenn er groß genug war, auch durch. Das Holz, Baumwolle, Leinewand, überhaupt die Pflanzenfaser wird durch die Schwefelsäure zuerst braun, dann schwarz gefärbt, weil sie dem pflanzlichen

Digitized by Google

Faserstoff den Wasserstoff und den Wassergehalt entzieht, so daß nur Kohle zurückbleibt.

Die Verbindung des Schwefels mit Wasserstoff (SH) giebt ein sehr übelriechendes Gas, das Schwefelwasserstoffgas oder die Schwefelwasserstoffsäure; die Quellen, welche Schwefelwasserstoff enthalten, verrathen sich sofort durch ihren Geruch; und der Geruch fauler Eier wird auch durch die Entwickelung von Schwefelwasserstoff hervorgerufen, weil die Eier Schwefel, Wasser, Kohlenwasserstoff u. s. w. enthalten.

Die Metalle haben eine große Verwandtschaft zum Schwefel, bezüglich der letztere zu ihnen; er bildet mit ihnen die sogenannten Schwefelmetalle, welche in der Natur als geschwefelte Erze, — Kiese, Glanze, Blenden — vorkommen. Der Schwefelkies, welcher zur Schwefelsäurefabrikation benutzt wird, ist ein solches Schwefelmetall; es giebt aber auch Schwefelkupfer (CuS), Schwefelsilber (AgS), Schwefelblei (PbS), Schwefelzink (ZnS), Schwefelzinn (SnS). Das Musivgold oder der Goldschaum, mit welchem man die Nüsse und Aepfel am Weihnachtsbaum vergoldet, enthält kein Gold, sondern ist Schwefelzinn, also ein künstlich hergestelltes Schwefelmetall. Das Eigelb enthält auch Schwefel; und daher färben sich silberne oder zinnerne Löffel, mit welchen das Eigelb in Berührung kommt, schwarz, indem sich sofort Schwefelsilber; Schwefelzinn bildet; ein Schwefelhölzchen kurze Zeit auf eine silberne Uhr gelegt, läßt einen schwarzbraunen

Digitized by Google

Fleck zurück, weil sich Schwefelsilber bildet. Das Zinnober ist Schwefelquecksilber (HgS).

Die Schwefelmetalle verbinden sich wieder unter einander zu Schwefelsalzen und in diesen übernehmen hauptsächlich die Verbindungen des Arsens und Antimons mit dem Schwefel, das Schwefelarsen (AsS_3) und der Schwefelantimon (SbS_3) die Rolle der Säuren, während die anderen Schwefelmetalle als Basen anzusehen sind. Die in der Natur vorkommenden Schwefelmetalle oder die geschwefelten Erze sind zum großen Theil solche Schwefelsalze, besonders das Fahlerz, in welchem Schwefelantimon und Schwefelarsen mit Schwefelkupfer, Schwefelsilber, Schwefeleisen, Schwefelzinn u. s. w. verbunden sind und das schöne roth durchscheinende Rothgültigerz, in welchem Schwefelarsen und Schwefelantimon mit Schwefelsilber verbunden sind.

Wenn man die Schwefelmetalle erhitzt, so lassen sie einen Theil ihres Schwefels entweichen, welcher sich mit dem Sauerstoff der Luft zu schwefeliger Säure verbindet; man nennt diesen Prozeß das Rösten oder den Röstprozeß. Man kann also auch andere Schwefelmetalle, welche in der Natur vorkommen, z. B. den Bleiglanz, welcher aus Schwefelblei besteht, die Zinkblende, welche aus Schwefelzink besteht, ebenso wie den Schwefelkies zur Schwefelsäurefabrikation benutzen.

Endlich muß ich noch des Phosphors erwähnen, des Grundstoffs der so wichtigen Phosphorsäure. Der Phosphor ist eine blassgelbe wachsartige Masse, welche sich schon bei gewöhnlicher

Digitized by Google

Temperatur mit dem Sauerstoff der Luft verbindet, oxydirt, verbrennt und weiße, im Finstern leuchtende, (phosphorescirende) Dämpfe ausstößt, weshalb er nur unter Wasser aufbewahrt werden kann. Er kommt in der Natur nicht rein vor, sondern nur in Verbindung mit Sauerstoff als Phosphorsäure (PO_5), welche 5 Atome Sauerstoff auf ein Atom Phosphor enthält und diese ist wieder hauptsächlich an Kalkerde und Natron gebunden. Der phosphorsaure Kalk und das phosphorsaure Natron sind aber in der Natur und besonders auch im Pflanzen- und Thierreich sehr verbreitet. Der phosphorsaure Kalk bildet den Hauptbestandtheil der Knochen bei Thieren und Menschen; er findet sich im Horn, den Haaren, der Haut, in den Fischschuppen, in den Fingernägeln; alle Milch, das Eiweiß, Eigelb und auch das menschliche Gehirn enthalten phosphorsaure Salze. Damit nun die Menschen und Thiere leben, ihr Knochengerüst aufbauen und ihr Gehirn entwickeln können, müssen sie Nahrungsmittel zu sich nehmen, welche Phosphorsäure enthalten. Solche Nahrungsmittel sind die Hülsenfrüchte, Linsen, Erbsen, Bohnen, welche besonders viel Phosphorsäure enthalten und die Getreidearten. Es hat also seinen inneren tieferen Grund, daß der Mensch gerade diese Pflanzen in größerer Menge anbaut und cultivirt und schon die alten Bewohner der Pfahlbauten cultivirten Roggen, Gerste und Weizen.

Diese Pflanzen aber können ihren Gehalt an Phosphorsäure wieder nur dem Boden entnehmen, auf welchem sie wachsen; und gedeihn desto besser, je mehr der Boden phosphorsaure Salze ent-

Digitized by Google

hält. Man führt daher dem Acker die Phosphorsäure durch verschiedene Düngungsmittel künstlich zu, den natürlichen Dünger und den thierischen Urin, die Jauche, welche viel phosphorsaures Ammoniak enthält, den Guano, das Knochenmehl und in neuerer Zeit die künstlich hergestellten Superphosphate. Die letzteren werden aus dem Phosphorit oder Apatit hergestellt, welcher in der Natur vorkommt und hauptsächlich aus phosphorsaurem Kalk besteht; sowie aus den Abfällen der Zuckerfabriken, der Melasse. Die Anwendung aller dieser Düngungsmittel hat lediglich den Zweck, dem Erdboden Phosphorsäure zuzuführen, damit die auf ihm gebauten Culturpflanzen solche in sich aufnehmen, und bei ihrer Verwendung als Nahrungsmittel wieder an die Thierwelt abgeben können, welche letztere der phosphorsauren Salze zum Leben nicht entbehren kann.

Wir erkennen also auch hier bei der Phosphorsäure, wie früher bei der Kohlensäure, einen großartig angelegten Weltplan, einen Kreislauf der Stoffe, welcher sämmtliche Wesen der drei scheinbar neben einander stehenden Naturreiche zu einer in sich geschlossenen Kette verbindet, deren einzelne Glieder, mögen sie auch noch so klein und unscheinbar sein, zum Bestehn des Ganzen unentbehrlich sind.

Digitized by Google

Schnellpressendruck von L. Schirmer in Glatz.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

PR 201885

Digitized by Google